



Hava kirliliği ile doğal ortam arasındaki ilişki: Sistematiik literatür taraması

The relationship between air pollution and the natural environment: A systematic literature review

Hilal Olcay^a, Fadime Yakın^b, Hediye Arzu Gökçe Gündüzoğlu^c

Makale Bilgisi

Derleme

DOI:

10.33688/aucbd.1683803

Makale Geçmişi:

Geliş: 25.04.2025

Kabul: 09.10.2025

Anahtar Kelimeler:

Hava kirliliği

Hava kalitesi

Kirletici maddeler

Sistematiik literatür

taraması

Doğal ortam

Öz

Bu çalışmada, Dergipark'ta "hava kirliliği" veya "hava kalitesi" kavramlarının geçtiği makalelerin incelenmesi amaçlanmıştır. 1995-2024 yılları arasında 383 makale belirlenmiş, bu yayınların 43'ü meta analiz yöntemi ile incelenmiştir. Yayınlar, hava kirliliği ile iklimatik ve topografik özellikler arasındaki ilişkiyi inceleyenler ile hava kirliliği ile bitki örtüsü ilişkisini ele alanlar şeklinde iki gruba ayrılmıştır. İklimatik/topografik faktörler ile ilgili yayınların bulguları değerlendirildiğinde; yayınların 2018 ve 2022 yıllarında yoğunlaştığı, çevre mühendisliği alanındaki araştırmacıların ilk sırada yer aldığı saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda Ankara ve Konya şehirleri çalışma sahası olarak sıklıkla seçilmiştir. Ayrıca yayınların %80,6'sında hava kirliliği ile sıcaklık, %64,5'inde ise hava kirliliği ile rüzgâr hızı arasında ters orantı olduğu saptanmıştır. Bitki ile ilgili yayınların bulgularında ise yayınların 2021 yılında artış gösterdiği, peyzaj mimarlığı alanındaki araştırmacıların çoğunlukta olduğu ve i-Tree canopy aracı ile verilerin elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Article Info

Review

DOI:

10.33688/aucbd.1683803

Article History:

Received: 25.04.2025

Accepted: 09.10.2025

Keywords:

Air pollution

Air quality

Pollutants

Systematic literature

review

Natural environment

Abstract

This study aimed to analyze the articles in Dergipark in which the concepts of "air pollution" or "air quality" were mentioned. Between 1995 and 2024, 383 articles were identified, and 43 of these publications were analyzed using the meta-analysis method. Publications are divided into two groups: those examining the relationship between air pollution and climatic and topographic characteristics, and those addressing the relationship between air pollution and vegetation cover. When the findings of the publications related to climatology/topography factors were evaluated, it was determined that the publications were concentrated in 2018 and 2022. Researchers in the field of environmental engineering ranked first. In the studies, the cities of Ankara and Konya were commonly selected as the study area. In addition, it was determined that there was an inverse relationship between air pollution and temperature in 80.6% of the publications and between air pollution and wind speed in 64.5% of the publications. In the findings of plant-related publications, it was concluded that publications increased in 2021 and researchers in the field of landscape architecture were in the majority. Data were obtained with the i-Tree Canopy tool.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: hhilalolcay@gmail.com

^a Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir/Türkiye

^b Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir/Türkiye

^c Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Coğrafya Eğitimi Bölümü, İzmir/Türkiye

EXTENDED ABSTRACT

1. Introduction

Air pollution refers to airborne pollutants at levels and for durations that can harm living organisms and ecosystems, affecting quality of life (Yılmaz, 2018; Zhang et al., 2012). Air pollution is influenced by natural and artificial (anthropogenic) sources (Kampa & Cantanas, 2008; Partigöç & Çubukçu, 2017). Natural sources of pollution include volcanic activity and forest fires (Milford et al., 2023; Sumaryati et al., 2019). Topography and climatic factors (wind, temperature, humidity, precipitation, pressure, temperature inversion, etc.) play an important role in the distribution and concentration of pollutants in the atmosphere. Topographic factors, in particular, directly or indirectly affect the residence time and concentration level of pollutant parameters in the environment (Şahin, 1989). On the other hand, climate factors affect the level of air pollution either separately or together. These factors are decisive in increasing air pollutants and their spread into the environment (Sungur & Gönençgil, 1997).

Volcanic eruptions and forest fires affect air pollution. Due to volcanic eruptions, the levels of ash, aerosols, and gases in the atmosphere increase, leading to a rise in atmospheric SO₂ levels (Robock, 2000). Forest fires release various pollutants (particulate matter, carbon dioxide, carbon monoxide, methane, and nitrogen oxides) into the atmosphere (Yarragunta et al., 2020). Vegetation traps and removes air pollutants (Şahin Arslan, 2021). Pollutants are removed from the atmosphere through plant leaf stomata or leaf surfaces (Nowak et al., 2006). In addition, vegetation density and lushness play an important role in reducing the effects of air pollution (Garipağaoğlu, 2015).

In addition to natural sources, anthropogenic sources also play a significant role in air pollution. These sources include fuels used for domestic heating and energy production, industrial emissions, vehicles, and waste burning (Garipağaoğlu, 2020; Kudal, 2009). Furthermore, factors such as population growth, diversification and an increase in human needs, increased energy consumption, and the presence of industrial facilities in city centers, are among the leading causes of air pollution (Mayer, 1999; Özşahin et al., 2016; Turp, 2019).

Air pollutants include particulate matter (PM), sulfur dioxide (SO₂), carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂), nitrogen oxides (NO_x), ozone (O₃), benzene (C₆H₆), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), lead (Pb), cadmium (Cd), nickel (Ni), and arsenic (As) (Bai et al., 2018; Ministry of Environment, Urbanization, and Climate Change, 2024; Özel, 2019; Tıǧlı & Cangür, 2019). Exposure to these pollutants causes various health problems (eye irritation, obesity, cancer, respiratory diseases, etc.) and even premature death (Abelsohn & Stieb, 2011; Liu et al., 2021; Manisalidis et al., 2020; Zhang et al., 2012).

A review of the relevant literature reveals that there are studies on the relationship between air pollution and health (Bostan & Olcay, 2022) and studies aimed at determining the relationship between air pollution and COVID-19 (Baysan & Palanbek Yavaş, 2020; Fidan & Akdur, 2022; Teke et al., 2020). However, no study has been found that analyzes the relationship between air pollution/quality and the natural environment. It is considered necessary to examine these studies through a systematic literature

review. Therefore, this study aims to examine in detail the publications in Turkey related to air pollution, air quality, and the natural environment. In line with this objective, the study sought to answer the question, “What is the distribution of publications examining the relationship between air pollution and the natural environment?” The sub-questions of the study are as follows:

- What is the distribution of publications examining the relationship between air pollution and climatic/topographic conditions?
- What is the distribution of publications examining the relationship between air pollution and vegetation cover?

2. Methodology

A systematic literature review was used as the method in this study. Databases such as Web of Science, Scopus, Google Scholar, and Dergipark are commonly used in systematic literature review studies. This study used Dergipark, which contains the journals and the publications in nationally recognized disciplines. The keywords “air pollution” and “air quality” were determined. In the searches, the “keywords” were examined first, followed by the “title,” “abstract,” and “method” sections. After entering the keywords, 383 publications were found in the January 2, 2025, search. Since the oldest publication accessed from the Dergipark platform is dated 1995, the searches were limited to 1995-2024.

Two publications were excluded from the screening because one was published twice, and the other did not meet the keyword-defined criteria. As a result of the screening, air pollution and air quality publications were separated into indoor and outdoor categories. Publications related to indoor air quality were excluded as they were not relevant to the purpose of this study. Thus, the screening continued with 322 publications (Figure 2). The criteria for including publications in Dergipark in the study were:

- Publications examining the spatial relationship between air pollution and location,
- Publications examining the relationship between air pollution and climatic/topographic conditions,
- Publications examining the relationship between air pollution and vegetation cover,
- Publications on model development, reports, education, and health,
- Review publications
- Publications that did not involve determining instantaneous and short-term situations such as earthquakes, forest fires, and pandemics.

Forty-three publications were selected for meta-analysis, and a data table was prepared for these publications (Tables 3 and 4). These tables include the publication year, author(s), authors’ field of study, title, data set(s) used, data collection methods, and data duration for each publication.

3. Conclusions

This study reviewed publications examining the relationship between air pollution and climatic, topographic factors and vegetation cover. A total of 43 publications were identified through a search of

Dergipark, and these publications were analyzed using meta-analysis. Thirty-two publications were identified examining the relationship between air pollution and climatic/topographic factors. The number of these publications has increased since 2016. It was determined that the first author primarily specialized in environmental engineering. Nine of the 32 publications were found to be interdisciplinary. Based on this, it can be suggested that the number of interdisciplinary publications should be increased. The provinces of Ankara, Konya, Bayburt, Edirne, and Tekirdağ were frequently selected as the study area in the publications. No publications related to the provinces of Uşak and Şırnak were found. Publications could examine air pollution and the natural environment in these provinces. Furthermore, PM and SO₂ were used together as the data set. Preference was given to using the Ministry of Environment, Urbanization, and Climate Change's website regarding air quality monitoring stations for obtaining the data. Publications generally use 1-year data periods with a 3–4-year time interval.

An examination of the analyzed publications reveals that climate elements and topography are used to reveal the relationship between the natural environment and air pollution. Bozkurt (2018), Çıldır & Mutlu (2022), Demirarslan & Akıncı (2016a), Demirarslan & Akıncı (2016b), Hırca et al. (2022), İbret & Aydınözü (2009), İskender et al. (2016), Kara (2012), Kara et al. (2018), Koç & Koç (2018), Kopar & Zengin (2015), Köse & Erbaş (2003), Kunt & Dursun (2018), Menteşe & Tağıl (2012), Oğuz (2020), İskan & Koç (2021), Özşahin et al. (2016), Öztürk & Keleş Özgül (2019), Sari & Esen (2019), Sever (2008), Ulutaş et al. (2021), Ünal & Özel (2022), Ünal & Özel (2023), Vural & Şahinalp (2023), Yazıcı et al. (2018), Yılmaz (2022) found a negative relationship between temperature and air pollution. However, contrary to this result, Arslan (2023), Özel (2019), Tıgılı & Cangür (2019), and Yener & Demirarslan (2022) found a positive relationship between temperature and air pollution. In 81.2% of the publications, an inverse relationship between temperature and air pollution was detected, while in 12.5% of the publications, a direct relationship was detected. The publications emphasized that pollutant levels increase with air cooling, especially in winter. This increase was attributed to the release of pollutants into the air due to heating activities during the winter season.

A direct correlation between pressure and air pollution was identified in 35.4% of the publications (Hırca et al., 2022; İskan & Koç, 2021; Kara et al., 2018; Kopar & Zengin, 2015; Kunt & Dursun, 2018; Menteşe & Tağıl, 2012; Özşahin et al., 2016; Tıgılı & Cangür, 2019; Ulutaş et al., 2021; Yazıcı et al., 2018; Yılmaz, 2022). In 9.6% of the publications, an inverse relationship between air pollution and pressure was found (Özel, 2019; Ünal & Özel, 2022; Ünal & Özel, 2023). Oğuz (2020), however, did not find a relationship between pressure and air pollution in his publication.

Bozkurt (2018), Çıldır & Mutlu (2022), Çiftçi et al. (2013), Hırca et al. (2022), İbret & Aydınözü (2009), İskan & Koç (2021), İskender et al. (2016), Kara (2012), Kara et al. (2018), Koç & Koç (2018), Köse & Erbaş (2003), Kunt & Dursun (2018), Menteşe & Tağıl (2012), Oğuz (2020), Öztürk & Keleş Özgül (2019), Sari & Esen (2019), Sever (2008), Tıgılı & Cangür (2019), Ünal & Özel (2023), Yener & Demirarslan (2022), Yılmaz (2022) found a negative relationship between wind speed and air pollution. In short, 65.6% of the publications concluded that there is an inverse relationship between wind speed and air pollution. Arslan (2023) and Ünal & Özel (2022) on the other hand, found a positive relationship between wind speed and air pollution. Publications by Demirarslan & Akıncı (2016a), Demirarslan &

Akıncı (2016b), İbret & Aydınöz (2009), Kopar & Zengin (2015), Özşahin et al. (2016), Ünal & Özel (2022), Vural & Şahinalp (2023), and Yazıcı et al. (2018) examined the relationship between prevailing wind directions in study areas and air pollution.

The positive relationship between humidity and air pollution has been emphasized in the publications of Bozkurt (2018), Çiftçi et al. (2013), Kopar & Zengin (2015), Kunt & Dursun (2018), Menteşe & Tağıl (2012), Oğuz (2020), Ulutaş et al. (2021), Yazıcı et al. (2018), and Yılmaz (2022). Arslan (2023), Hırca et al. (2022), İbret & Aydınöz (2009), Özel (2019), Tıgılı & Cangür (2019), Ünal & Özel (2022), Ünal & Özel (2023), and Yener & Demirarslan (2022) have stated in their publications that the relationship between humidity and air pollution is negative.

Some publications have examined the relationship between fog and air pollution (Çiftçi et al., 2013; Engin & Yavuz, 2024; İskan & Koç, 2021; Kunt & Dursun, 2018). These publications state that when fog occurs, pollutants descend to the surface and reduce air quality. Çiftçi et al. (2013), Demirarslan & Akıncı (2016a), Demirarslan & Akıncı (2016b), İbret & Aydınöz (2009), İskan & Koç (2021), Koç & Koç (2018), Kopar & Zengin (2015), Köse & Erbaş (2023), Özşahin et al. (2016), Sever (2008), Vural & Şahinalp (2023), and Yazıcı et al. (2018) have examined the relationship between the topographic features of the study area and air pollution. Furthermore, these publications examined the relationship between meteorological elements and air pollution.

Eleven publications examining the relationship between air pollution and plants were identified upon review. Five of these publications focused on the effect of air quality on plant growth, while six focused on the effect of plant presence on improving air quality. It was determined that the number of publications has increased since 2021. It was determined that the first authors of air pollution/quality studies were predominantly from the field of landscape architecture. No publications by researchers in geography were found on this subject. Dubai, Istanbul, Ankara, Aydın, Çorum, Edirne, Erzincan, Eskişehir, Mersin, and Zonguldak were selected as the study areas in the publications. Therefore, new studies can be conducted in areas that are unexplored. CO was generally used as data in the publications. Fieldwork, various measuring devices, and the i-Tree canopy tool were used to collect data.

1. Giriş

Hava kirliliği, insan ve doğal çevre arasındaki yoğun ve karmaşık ilişkiler sonucunda meydana gelen çevre sorunlarının başında gelmektedir (Özdemir & Boyraz, 2002). Havadaki kirleticilerin canlı sağlığına ve ekosisteme zarar verecek, yaşam kalitesini etkileyecek seviye ve sürede asılı kalmasına hava kirliliği denilmektedir (Yılmaz, 2018; Zhang vd., 2012). Bu kirlilik, diğer çevre kirliliklerinden farklı olarak bir sınıra bağlı kalmayıp, hızlıca yayılabilmektedir (Keleş ve Ertan, 2002). Hava kirliliğini, doğal ve yapay (antropojenik) kaynaklar etkilemektedir (Kampa & Cantanas, 2008; Partigöç & Çubukçu, 2017). Doğal kirletici kaynaklar; volkanizma ve orman yangınları sonucunda ortaya çıkmaktadır (Milford vd., 2023; Sumaryati vd., 2019). Topografya ve iklim elemanları (rüzgâr, sıcaklık, nem, yağış, basınç ve sıcaklık terselmesi vb.) ise kirletici maddelerin atmosferdeki dağılımı ve yoğunluğu üzerinde önemli rol oynamaktadır. Özellikle topografik faktörler; kirletici parametrelerin ortamda kalma süresini ve yoğunluk derecesini doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Etrafına göre alçakta kalan, çanak yapıdaki bir sahada ya da hâkim rüzgâr yönüne dik doğrultuda uzanan oluk biçimindeki alanlarda hava kirliliği daha fazla görülmektedir. Çevresine göre yüksekte kalan ve hava akımlarına açık olan bir sahada ise hava kirliliği kolaylıkla dağılabilmektedir. Havza veya vadi özelliğindeki alanlarda, yüksek kesimlerdeki soğuk havanın yoğunluk farkı nedeniyle saha içlerine yönelmesi sonucunda sıcaklık terselmesi (inversiyon) meydana gelmektedir (Şahin, 1989). Sıcaklık terselmesi, durgun hava şartları oluşturduğu için soğuk ve ağır hava altta, sıcak ve hafif hava ise üstte kalmaktadır. Bu durumda düşey hava akımları oluşmadığı için kirli hava yerleşim merkezlerinde birilmektedir (Çukur & Aygören, 2018; Şahin, 1989).

İklim elemanları ise; hava kirliliğinin yoğunluğunu ayrı ayrı veya birlikte etkilemektedirler. Bu faktörler havadaki kirleticilerin hem artmasında hem de çevreye yayılmasında belirleyici olmaktadır. Rüzgârın etkisiyle sahada oluşan düşey ve yatay hava hareketleri kirletici maddelerin çevreden uzaklaşmasını sağlamaktadır. Rüzgârın hızı ve yönü ise kirletici maddelerin sahaya yığılmasında ya da sahadan taşınmasında etkili olmaktadır. Sıcaklık, özellikle düşey yöndeki dağılımı, kararlılık ve kararsızlık koşulları ile sıcaklık terselmesini doğurmaktadır. Bu durum ise kirletici maddelerin yoğunluğunu belirlemektedir (Sungur & Gönençgil, 1997). Sıcaklık; rüzgâr, basınç ve nem üzerinde de etki göstermektedir. Sıcaklığın artmasıyla rüzgâr hızı artmakta, basınç düşmekte, havadaki nem miktarı azalmakta ve buna bağlı olarak kirletici maddelerin yoğunluğu da azalmaktadır (Banerjee vd., 2011; Çukur & Aygören, 2018; Menteşe & Tağıl, 2012). Nem ve yağış, havadaki kirleticilerin kimyasal reaksiyonlara girerek çevreye daha fazla zarar verecek şekilde yeryüzüne düşmesine neden olmaktadır. Havadaki nem miktarının artması, kirleticileri daha geç dağıtmakta ve sıcaklık terselmesini oluşturmaktadır (Kunt & Dursun, 2018). Yağmur şeklinde düşen yağışlar ise atmosferdeki kirleticileri bünyelerine alarak uzaklaştırdıkları için hava kirliliğini azaltmaktadır (Yazıcı vd., 2018). Basınç ise hava kirliliğini etkileyen bir diğer iklim elemanıdır. Özellikle yüksek basınç koşullarında kirletici maddeler hava akımlarıyla yukarıya taşınmadığı için çevreden uzaklaşmaları gecikmektedir (Kunt & Dursun, 2018; Sungur & Gönençgil, 1997).

Volkanik patlamalar ve orman yangınları hava kirliliği üzerinde etkili olan unsurlardır. Volkanik patlamalar sonucunda atmosferde kül, aerosol ve gaz oranı yükselmekte ve buna bağlı olarak

atmosferdeki SO₂ miktarı artmaktadır (Robock, 2000). Orman yangınları sonucunda ise atmosfere çeşitli kirletici maddeler (partikül madde, karbondioksit, karbonmonoksit, metan ve azot oksitler) yayılmaktadır (Yarragunta vd., 2020).

Bitki örtüsü, hava kirleticilerini tutma ve uzaklaştırma etkisine sahiptir (Şahin Arslan, 2021). Kirletici maddeler, atmosferden bitkilerin yaprak stomalarıyla ya da yaprak yüzeyleriyle uzaklaştırılmaktadır (Nowak vd., 2006). Bunun yanı sıra hava kirliliğinin etkisinin azaltılmasında vejetasyonun sıklığı ve gürlüğü de önemli rol oynamaktadır (Garipağaoğlu, 2015). Özellikle meşe, köknar gibi bitki türleri havada bulunan toz parçacıklarının yanı sıra NO₂ ve SO₂ gibi kirletici maddeleri de tutarak kirliliğin azalmasına katkı sağlamaktadır (Buraerah vd., 2023). Ağaç türlerinin yanı sıra maki formasyonu da havanın temizlenmesine etki etmektedir (Garipağaoğlu, 2015).

Hava kirliliğini etkileyen doğal kaynakların yanı sıra antropojenik kaynaklar da önemli rol oynamaktadır. Bu kaynaklar; evsel ısınma amaçlı ve enerji üretiminde kullanılan yakıtlar, endüstriyel emisyonlar, ulaşım araçları ve çöplerin yakılması sonucunda ortaya çıkmaktadır (Kudal, 2009; Garipağaoğlu, 2020). Ayrıca nüfusun artması, insan ihtiyaçlarının çeşitlenip çoğalması, enerji tüketiminin artması ve sanayi kuruluşlarının şehir merkezinde kalması gibi etmenler de hava kirliliğinin temel sebepleri arasında yer almaktadır (Mayer, 1999; Özşahin vd., 2016; Turp, 2019).

1.1. Hava Kirliliğini Oluşturan Kirletici Maddeler ve Çevresel Etkileri

Hava kirliliğini oluşturan kirleticiler; partikül madde (PM), kükürtdioksit (SO₂), karbonmonoksit (CO), karbondioksit (CO₂), azot oksitler (NO_x), ozon (O₃), benzen (C₆H₆), polisiklik aromatik hidrokarbonlar (B(a)p), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), nikel (Ni) ve arsenik (As) şeklinde sıralanmaktadır (Bai vd., 2018; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024; Özel, 2019; Tıgılı & Cangür, 2019). Bu kirletici türlere maruz kalmak çeşitli sağlık sorunlarına (göz tahrişi, obezite, kanser ve solunum yolu hastalıkları vb.) hatta erken ölüme yol açmaktadır (Abelsohn & Stieb, 2011; Liu vd., 2021; Manisalidis vd., 2020; Zhang vd., 2012). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre hava kirliliği nedeniyle her yıl üç milyondan fazla insan ölmektedir. Gelişmiş ülkelerdeki ölümlerin yaklaşık %2,5'i; gelişmekte olan ülkelerdeki ölümlerin ise %2,8'inin hava kirliliğinden kaynaklanmaktadır (Özşahin vd., 2016). Türkiye'de hava kirliliğinden dolayı her yıl yaklaşık kırk beş bin ölüm gerçekleşmektedir (Güzel & Özer, 2022). Türkiye'deki nüfusun yaklaşık %89-100'ünün 5 µg/m³ üzerinde PM_{2,5}'e maruz kaldığı tespit edilmiştir (Rentschler & Leonova, 2023).

Atmosferin doğal bileşimini olumsuz etkileyen kirletici maddeler insan sağlığının yanı sıra bitki ve hayvan sağlığına da zarar vermektedir (Özdemir ve Boyraz, 2002). Nitekim hava kirliliği, bitkilerde fotosentezin gerilemesine bunun sonucunda da çap gelişiminin olumsuz etkilenmesine, dölleme biyolojisine, meyve verimi ve kalitesinin düşmesine neden olmaktadır (Dursun vd., 1998; Pandey & Agrawal, 1994 akt., Elkoca, 2003). Ayrıca hava kirliliğinden etkilenmiş ağaçların meteorolojik olaylara (kuraklık ve don), zararlı böcek ve mantarlara karşı dirençleri düşmektedir (Elkoca, 2003). Hava kirliliği; yalnızca canlı sağlığını etkilememekte yapıların metal, taş ve ahşap kısımlarını da tahrip etmektedir (İlkılıç & Behçet, 2006). Ayrıca hava kirliliği ile oluşan asit yağmurları tarihi eserleri olumsuz şekilde etkilemektedir (Büyükkakıncı, 2010).

1.2. Hava Kirliliği Sınır Değerleri

Hava kirliliğinin canlı sağlığına olan etkilerinin önüne geçebilmek için ülkeler tarafından eşik değerler belirlenmektedir. Bu sınır değerlere göre, bir alandaki kirleticilerin yoğunluklarının hava kalitesi üzerindeki etkisini tespit etmek için Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) kullanılmaktadır. Türkiye, Avrupa Birliği (AB) ve DSÖ'nün belirlediği sınır değerlere Çizelge 1'de yer verilmiştir.

Çizelge 1: Türkiye, AB ve DSÖ'nün hava kirletici parametreler için belirlediği sınır değerler

Kirletici Parametre	Zaman	Türkiye (2024)	AB	DSÖ (2021)
SO ₂ (µg/m ³)	Saatlik ort.	350	350	-
	Günlük ort.	125	125	40
	Yıllık ort.	20	20	-
NO ₂ (µg/m ³)	Saatlik ort.	-	200	-
	Günlük ort.	200	-	25
	Yıllık ort.	40	40	10
NO _x (µg/m ³)	Saatlik ort.	-	-	-
	Yıllık ort.	30	30	-
CO (µg/m ³)	8 saat ort.	10.000	10.000	-
	Günlük ort.	-	-	4
	Yıllık ort.	-	-	-
O ₃ (µg/m ³)	8 saat ort.	-	120	100
	Yoğun dönem	-	-	60
PM ₁₀ (µg/m ³)	Günlük ort.	50	50	45
	Yıllık ort.	-	40	15
PM _{2,5} (µg/m ³)	Günlük ort.	-	-	15
	Yıllık ort.	25	25	5
C ₆ H ₆ (µg/m ³)	Yıllık ort.	7	5	-
Pb (µg/m ³)	Yıllık ort.	0,5	0,5	-
As (ng/m ³)	Yıllık ort.	6	6	-
Cd (ng/m ³)	Yıllık ort.	5	5	-
Ni (ng/m ³)	Yıllık ort.	20	20	-
B(a)p (ng/m ³)	Yıllık ort.	1	1	-

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/ocak-2024_bulten-raporu-20240308125314.pdf), DSÖ (<https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/what-are-the-who-air-quality-guidelines>), Avrupa Çevre Ajansı (<https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-concentrations/air-quality-standards>)

Çizelge 1'de görüldüğü üzere Türkiye ile AB'nin belirlediği sınır değerler genellikle örtüşmektedir. Bu durumun sebebi olarak Türkiye'nin AB'ye üyelik süreci gösterilebilir (Garipağaoğlu, 2023; 2024). NO₂, O₃, PM₁₀ ve C₆H₆ parametrelerinin sınır değerlerinde farklılıklar görülmektedir. DSÖ'nün belirlediği kirletici parametrelerin sınır değerleri ise hem Türkiye'nin hem de AB'nin belirlediği sınır değerlerden daha düşük seviyededir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından belirlenen HKİ ve sınır kirletici değerlerine Çizelge 2'de yer verilmiştir. Hava kalitesi değerleri, Sağlık Bakanlığı tarafından 1986

yılında yarı otomatik cihazlarla ölçülmeye başlanmıştır. 2003'te hava kalitesi ile ilgili tüm yetkiler Çevre ve Orman Bakanlığı'na verilmiş olup istasyon sayısında artışlar yaşanmıştır. Bu istasyonların bazılarında SO₂ ve PM parametrelerinin yanı sıra diğer kirleticiler de ölçülmüştür. Günümüzde hava kalitesiyle ilgili ölçüm verileri Çevre Referans Laboratuvarında değerlendirilerek saatlik ortalama değerler şeklinde <http://www.havaizleme.gov.tr> internet adresinde yayımlanmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2010).

Çizelge 2. HKİ ve kirletici sınır değerleri

İndeks	HKİ	SO ₂ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	CO [µg/m ³]	O ₃ [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]
		1 saat ort.	1 saat ort.	8 saat ort.	8 saat ort.	24 saat ort.
İyi	0-50	0-100	0-100	0-5.500	0-120L	0-50
Orta	51-100	101-250	101-200	5.501-10.000	121-160	51-100
Hassas	101-150	251-500	201-500	10.001-16.000	161-180B	101-260
Sağlıksız	151-200	501-850	501-1.000	16.001-24.000	181-240U	261-400
Kötü	201-300	851-1.100	1.001-2.000	24.001-32.000	241-700	401-520
Tehlikeli	301-500	>1101	>2001	>32.001	>700	>521

Kaynak: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (<https://dathm.csb.gov.tr/hava-kalitesi-indeksi-i-89066>)

Çizelge 2’de gösterildiği üzere HKİ değeri 0-50 arasında olması “hava kalitesinin memnun edici seviyede olduğunu ve hava kirliliğinin az riskli veya hiç risk teşkil etmediği” anlamına gelmektedir. 51-100 arasındaki değerler “hava kalitesi uygun olup, hassas gruplar hava kirliliğinden orta düzeyde etkilenebilir”; 101-150 arasındaki değerler ise “hassas gruplar için sağlık etkileri oluşabileceği ile genel halkın etkilenmesi beklenmemekte” anlamlarına gelmektedir. 151-200 arasındaki değerler “Hassas gruplar ciddi sağlık sorunları yaşayabilir. Genel halkın bazı sağlık etkileri yaşaması muhtemeldir” şeklinde yorumlanmaktadır. 201-300 arasındaki değerlerde nüfusun tamamının hava kirliliğinden etkilenme olasılığı yüksektir. Ayrıca hassas gruplar açık hava etkinliklerinden uzak durmalıdır. 301-500 arasındaki değerlerde ise halk, ciddi sağlık sorunları yaşayabilir. Bunun yanı sıra açık hava etkinliklerinden uzak durulması da gerekmektedir.

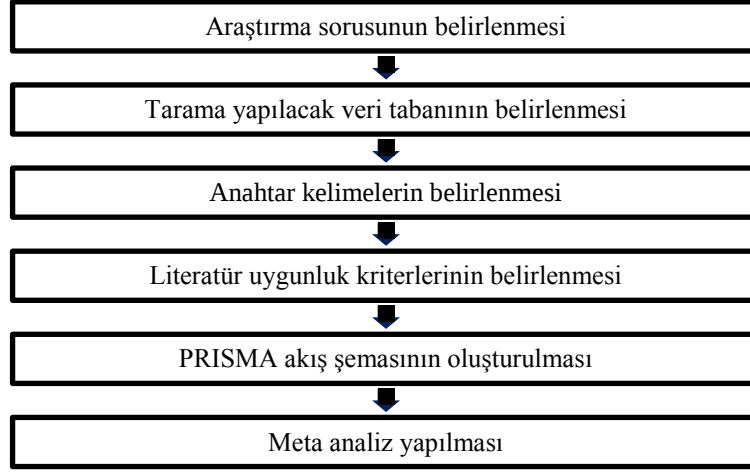
1.3. Çalışmanın Amacı ve Önemi

İlgili literatür incelendiğinde; hava kirliliği ile sağlık üzerine (Bostan & Olcay, 2022) ve hava kirliliği ile COVID-19 arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılmış (Baysan & Palanbek Yavaş, 2020; Fidan & Akdur, 2022; Teke vd., 2020) derleme çalışmalar bulunmaktadır. Ancak hava kirliliği/kalitesi ile doğal ortam ilişkisini inceleyen yayınları analiz eden bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmaların sistematik literatür taraması ile incelenmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla çalışmada, hava kirliliği ve kalitesi ile doğal ortama ilişkin Türkiye’deki yayınların detaylı bir şekilde incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmada “Hava kirliliği ile doğal ortam arasındaki ilişkiyi inceleyen yayınların dağılımı nasıldır?” sorusuna cevap aranmıştır. Araştırmanın alt soruları ise şu şekildedir;

- Hava kirliliği ile iklimik/topografik koşullar arasındaki ilişkiyi irdeleyen yayınların dağılımı nasıldır?
- Hava kirliliği ile bitki örtüsü arasındaki ilişkiyi irdeleyen yayınların dağılımı nasıldır?

2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırmada yöntem olarak sistematik literatür taraması kullanılmıştır. Sistematik literatür taramasının aşamalarına Şekil 1’de yer verilmiştir.



Şekil 1. Sistematik literatür taraması aşamaları (Seven & Tazebay, 2023)

Sistematik literatür taraması; belirli bir konuda önemli bilgi içeren yayınların sistematik olarak gözden geçirilmesi ve tarafsız şekilde kritik edilmesi olarak tanımlanmaktadır (Çınar, 2021). Günümüzde sistematik taramaların sosyal bilim araştırmalarında önemi gittikçe artmaktadır (Davis vd., 2014). Sistematik bir tarama, ilgili araştırmaları tespit etmek, seçmek, değerlendirmek, taramaya dahil edilen çalışmalardan veri toplamak ve analiz etmek için sistematik bir metodoloji izleyen araştırma biçimi olarak nitelendirilmektedir (Moher vd., 2009; Tranfield vd., 2003). Bu taramalar, bir etkiye yönelik mevcut tüm bilgilerin sistematik olarak tespit edilmesi ve araştırmacının incelenen literatürü sentezlemesi amacıyla kullanılmaktadır (Davis vd., 2014; Kraus vd., 2020). Sistematik taramalarda, araştırmanın güçlü ve zayıf yönleri eksiksiz ve şeffaf bir şekilde raporlanmalı (Liberati vd., 2009) ve yanlılığı azaltmak için inceleme süreci bilimsel olarak ele alınmalıdır (Lame, 2019).

Sistematik literatür taramalarında çalışmaya dahil etme ve dışlama kriterleri açıkça belirtilmediğinde ya da bulguların taraflı şekilde çalışmalara dahil edilmesi sonucunda yanlılık ortaya çıkabilmektedir. Dolayısıyla yanlılığı en aza indirmek için çalışmanın başında araştırmayı açıkça tanımlayan protokoller/adımlar geliştirilmelidir. Bu adımlar; taramanın amaç ve hedefleri, çalışmalar için dahil etme ve hariç tutma kriterleri, çalışmaların nasıl belirleneceği ile analiz planının belirlenmesi şeklinde sıralanabilir. Bunların haricinde veri tabanlarında indekslenmeyen ve yayınlanmamış çalışmalarında tespit edilmesi de yanlılığın etkilerini azaltabilir (Nightingale, 2009).

Çalışma sırasında veri çıkarmak da veri yanlılığına neden olmaktadır. Dolayısıyla yapılacak çalışmanın en az iki araştırmacı tarafından yürütülmesi önerilmektedir. Araştırmacılardan kaynaklanabilecek hataları önlemek için sonuçlar karşılaştırılmalıdır. Veri çıkarma ve eleştirel değerlendirme süreçlerinde, her çalışma için aynı bilgilerin toplanmasını sağlamak amacıyla standartlaştırılmış formlar kullanılmalıdır (Carver vd., 2013; Nightingale, 2009; Robinson & Lowe, 2015).

Sistemantik literatür taramalarıyla belirli bir konuda yayınlanan çalışmaların incelenmesi, alanın fotoğrafının çekilmesi ile alandaki boşlukların belirlenmesine imkân tanımaktadır. Ayrıca araştırmacılar için bir yol haritası çıkarılmasını sağlamaktadır. Sistemantik literatür taraması ile farklı yayınlardaki bulguların sentezlenmesi ve belirli bir araştırma problemine cevap bulunması da hedeflenmektedir. Böylelikle literatürdeki kuramların yeni sentezlenen bulgular ile test edilmesi ve yeni kuramların geliştirilmesine olanak sağlamaktadır (Yavuz, 2022).

Sistemantik literatür taraması çalışmalarında veri tabanı olarak genellikle Web of Science, Scopus, Google Scholar, Dergipark kullanılmaktadır. Bu çalışmada Ulusal çapta kabul gören farklı disiplinlere ilişkin dergi ve yayınları bulunduran Dergipark kullanılmıştır. Anahtar kelimeler olarak “hava kirliliği” veya “hava kalitesi” belirlenmiştir. Taramalarda öncelikle “anahtar kelimeler” ardından “başlık”, “özet” ve “yöntem” bölümleri incelenmiştir. Anahtar kelimeler girildikten sonra 2 Ocak 2025 tarihinde yapılan taramada 383 yayın bulunmuştur. Dergipark platformundan erişilen en eski yayın 1995 yılına ait olduğu için taramalar 1995-2024 dönemi ile sınırlandırılmıştır.

Yayınlardan birinin iki kez yayınlanması diğerinin ise anahtar kelimesinde belirlenen kriterleri barındırmamasından dolayı 2 yayın taramadan kaldırılmıştır. Tarama sonucunda hava kirliliği ve hava kalitesi ile ilgili yapılan yayınlar iç ve dış mekân şeklinde ayrılmıştır. Bu çalışmanın amacına uygun olmadığı için iç mekânın hava kalitesine yönelik yapılan yayınlar hariç tutulmuştur. Böylece 322 yayın ile taramaya devam edilmiştir (Şekil 2). Dergipark’ta yer alan yayınların çalışmaya dahil edilme kriterleri;

Hava kirliliği ile mekânsal ilişkinin incelendiği yayınlar,

Hava kirliliği ile iklimik/topografik koşullar arasındaki ilişkinin incelendiği yayınlar,

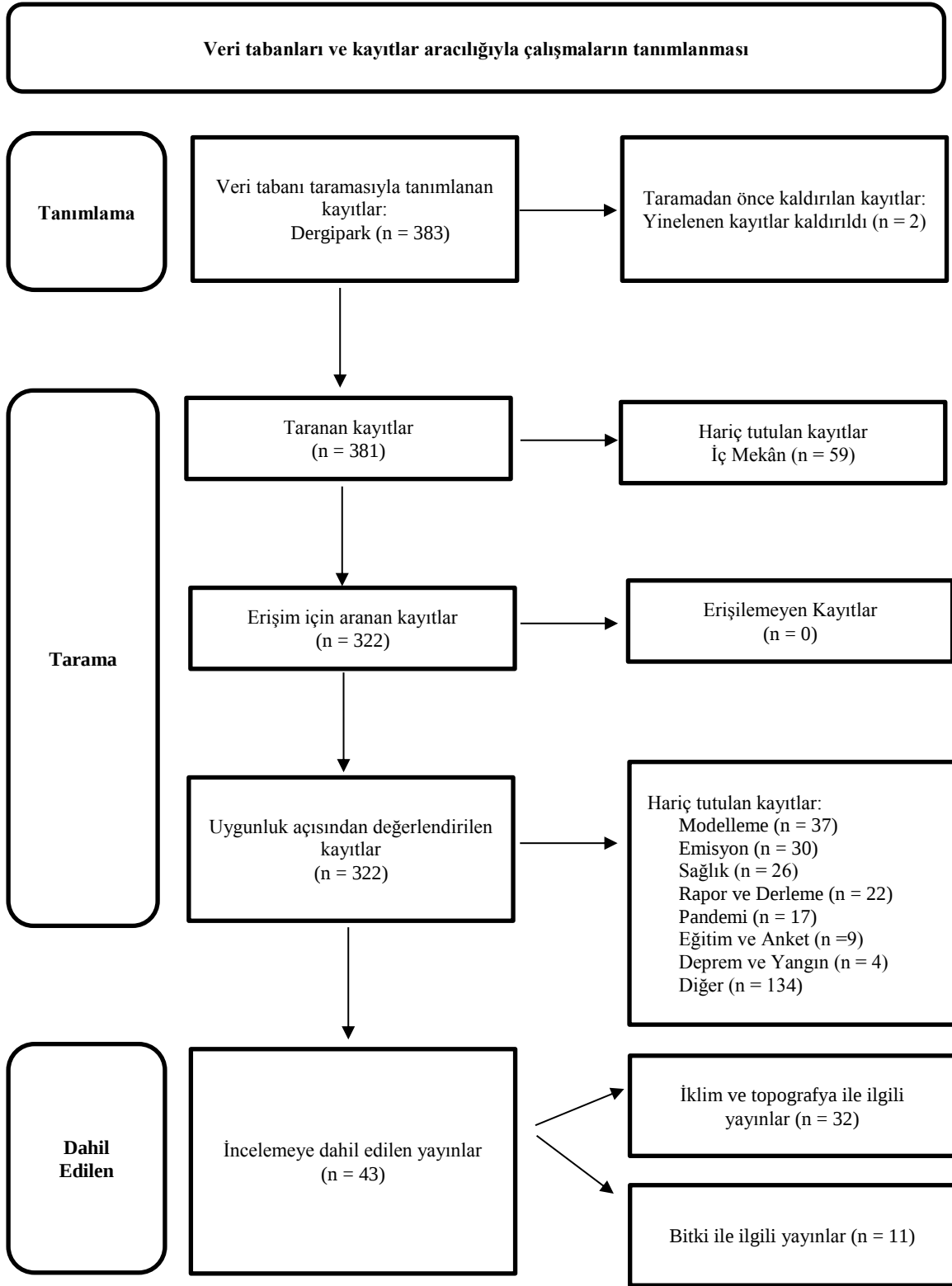
Hava kirliliği ile bitki örtüsü arasındaki ilişkinin incelendiği yayınlar,

Model geliştirme, rapor, eğitim ve sağlık konulu yayınlar,

Derleme yayınlar

Deprem, orman yangını ve pandemi gibi anlık ve kısa süreli durum belirlemelerinin yapılmadığı yayınlar olarak belirlenmiştir.

Meta analiz uygulanması için 43 yayın seçilmiş ve bu yayınlara ilişkin veri çizelgesi hazırlanmıştır (Çizelge 3 ve Çizelge 4). Bu çizelgelerde her bir yayına ilişkin yayın yılı, yazar/yazarlar, yazarların çalışma alanı, başlık, çalışma sahası, kullanılan veri seti/setleri, verileri elde etme yöntemleri ve verilerin süresine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.



Şekil 2. PRISMA akış şeması

Çizelge 3. İncelemeye dahil edilen iklimatik/topografik ile ilgili çalışmaların özellikleri

Yazar(lar)/Yıl	Birinci Yazarın Alanı	Yayın Başlığı	Çalışma Sahası	Kullanılan Veriler	Verileri Elde Etme Yöntemi
Köse & Erbaş (2003)	Makine Mühendisliği	Bazı Meteorolojik Faktörlerin Kütahya'daki Hava Kirliliğine Etkisi	Kütahya	PM ve SO ₂	İl Sağlık Müdürlüğü
Sever (2008)	Sosyal Bilgiler	Malatya'daki Hava Kirliliğine Coğrafi Bakış	Malatya	PM ve SO ₂	İl Sağlık Müdürlüğü
İbret & Aydınözü (2009)	Sosyal Bilgiler	Şehirleşmede Yanlış Yer Seçiminin Hava Kirliliği Üzerine Olan Etkisine Bir Örnek: Kastamonu Şehri	Kastamonu	PM ve SO ₂	İl Sağlık Müdürlüğü
Kara (2012)	Çevre Mühendisliği	Kentsel Hava Kirlleticilerine Meteorolojinin Etkisi: Konya Örneği	Konya	PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Menteşe & Tağıl (2012)	Coğrafya	Bilecik'te İklim Elemanlarının Hava Kirliliği Üzerine Etkisi	Bilecik	PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Çiftçi vd. (2013)	Şehir ve Bölge Planlama	Topoğrafik Yapı, İklim Şartları ve Kentleşmenin Konya'da Hava Kirliliğine Etkisi	Konya	PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Kopar & Zengin (2015)	Coğrafya	Coğrafi Faktörlere Bağlı Olarak Erzurum Kentinde Hava Kalitesinin Zamansal ve Mekânsal Değişiminin Belirlenmesi	Erzurum	PM ve SO ₂	Yerel istasyonlar
Özşahin vd. (2016)	Coğrafya	Keşan'da (Edirne) Hava Kirliliği	Keşan (Edirne)	PM, SO ₂ , NO _x , NO, NO ₂ , O ₃	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Demirarslan & Akıncı (2016a)	Çevre Mühendisliği	Doğu Karadeniz Bölgesindeki Partikül Madde Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Belirlenmesi	Doğu Karadeniz Bölgesi	PM	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Demirarslan ve Akıncı (2016b)	Çevre Mühendisliği	Doğu Karadeniz Bölgesinde Kükürtdioksit (SO ₂) Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Belirlenmesi	Doğu Karadeniz Bölgesi	SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
İskender vd. (2016)	Tıp Fakültesi	Düzce Hava Kalitesi İzleme İstasyonu 1 Ekim 2011-31 Mart 2015 Tarihleri Arasındaki Verilerinin İncelenmesi	Düzce	PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Koç & Koç (2018)	Peyzaj Mimarlığı	An Assessment Through Relationship Between Air Pollution and Climatic Parameters in City of Iğdır	Iğdır	PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Yazıcı vd. (2018)	Coğrafya	Topoğrafik, Meteorolojik ve Klimatolojik Faktörlerin Afyonkarahisar Şehrindeki Hava Kirliliği Üzerine Etkileri	Afyonkarahisar	PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Bozkurt (2018)	Çevre Mühendisliği	PM ₁₀ ve PM _{2.5} Boyutundaki Atmosferik Partiküllerin Bölgesel, Mevsimsel Değişimlerinin	Marmara Bölgesi	PM	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları

ve Meteorolojik Parametrelerle İlişkilerinin İncelenmesi					
Kara vd. (2018)	Çevre Mühendisliği	Konya İlinin Hava Kirliliğine Bazı Meteorolojik Faktörlerin Etkisi	Konya	PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Kunt & Dursun (2018)	Çevre Mühendisliği	Konya İlinin Hava Kirliliğine Bazı Meteorolojik Faktörlerin Etkisi	Konya	PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Yazar(lar)/Yıl	Birinci Yazarın Alanı	Yayın Başlığı	Çalışma Sahası	Kullanılan Veriler	Verileri Elde Etme Yöntemi
Özel (2019)	İstatistik	Markov Zinciri Kullanarak Ankara İli İçin Hava Kirliliği Tahmini	Ankara	PM, SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , CO	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Sari & Esen (2019)	Çevre Mühendisliği	PM ₁₀ ve SO ₂ Konsantrasyonları ve Meteorolojik Parametrelerin Konsantrasyonlar Üzerine Etkileri	Türkiye	PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Tıgılı & Cangür (2019)	Tıp Fakültesi	Ankara'da Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarından Elde Edilen Verilerin Kantil Regresyon Analizi ile İncelenmesi	Ankara	PM, SO ₂ , NO ₂ , CO, O ₃	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Öztürk & Keleş Özgül (2019)	Çevre Mühendisliği	Assessing Long Term Trends of Air Pollutants and Associated Health Risks Imposed on Residents in Bolu (Turkey) During Winter	Bolu	PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Oğuz (2020)	Meteoroloji Genel Müdürlüğü	Nevşehir İlinde Hava Kalitesinin ve Meteorolojik Faktörlerin Hava Kirliliği Üzerine Etkilerinin İncelenmesi	Nevşehir	PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
İşkan & Koç (2021)	Coğrafya	İnegöl (Bursa) Havzasında Hava Kalitesinin Fiziki Ortam ile İlişkisi	Bursa (İnegöl)	PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Ulutaş vd. (2021)	Çevre Mühendisliği	Evaluation Of the Major Air Pollutants Levels and Its Interactions with Meteorological Parameters in Ankara	Ankara	PM, SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , O ₃ , CO	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Ünal & Özel (2022)	İstatistik	Bolu İli Hava Kirlilikci Maddeler ile Meteorolojik Faktörler Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi	Bolu	PM, SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x ve CO	-
Yener & Demirarslan (2022)	Orman Mühendisliği	Determining the Factors Affecting Air Quality in Marmara, Turkey, and Assessing it Using Air Quality Indices	Marmara Bölgesi	CO, NO _x , O ₃ , PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Yılmaz (2022)	Çevre Mühendisliği	Meteorolojik Parametrelerin Hava Kirliliğine Etkisinin İstatistiksel Analizi – Muş İli (2021)	Muş	PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Hırca vd. (2022)	İnşaat Mühendisliği	Analysis of Air Pollution in Bayburt Province with Statistical Methods	Bayburt	PM, SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x ve O ₃	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları _

Çıldır & Mutlu (2022)	Çevre Mühendisliği	Balıkesir Şehir Merkezinde Hava Kirliliği Seviyelerinin Zamansal ve Mekansal Analizleri	Balıkesir	PM ve SO ₂	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Arslan (2023)	İş Sağlığı ve Güvenliği	Impacts of Meteorological Parameters on Tropospheric Ozone Concentrations in Çanakkale	Çanakkale	O ₃	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Ünal & Özel (2023)	İstatistik	Ankara İli Meteoroloji Parametrelerinin Hava Kirliliği Üzerindeki Etkilerinin Regresyon Analizi ile İncelenmesi	Ankara	PM, SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , CO	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları
Vural & Şahinalp (2023)	Mimarlık ve Şehir Planlama	Şanlıurfa Şehrinde Yaşanan Partikül Madde Kirliliğinin Topografik ve Klimatik Faktörler Etkisinde İncelenmesi	Şanlıurfa	PM	Ölçüm Cihazı
Engin & Yavuz (2024)	Meteoroloji Mühendisliği	Tekirdağ İçin Sis Hadisesi ile Hava Kirliliği İlişkisi	Tekirdağ	PM	Hava Kalitesi İzleme İstasyonları

Çizelge 4. İncelemeye dahil edilen bitki ile ilgili çalışmaların özellikleri

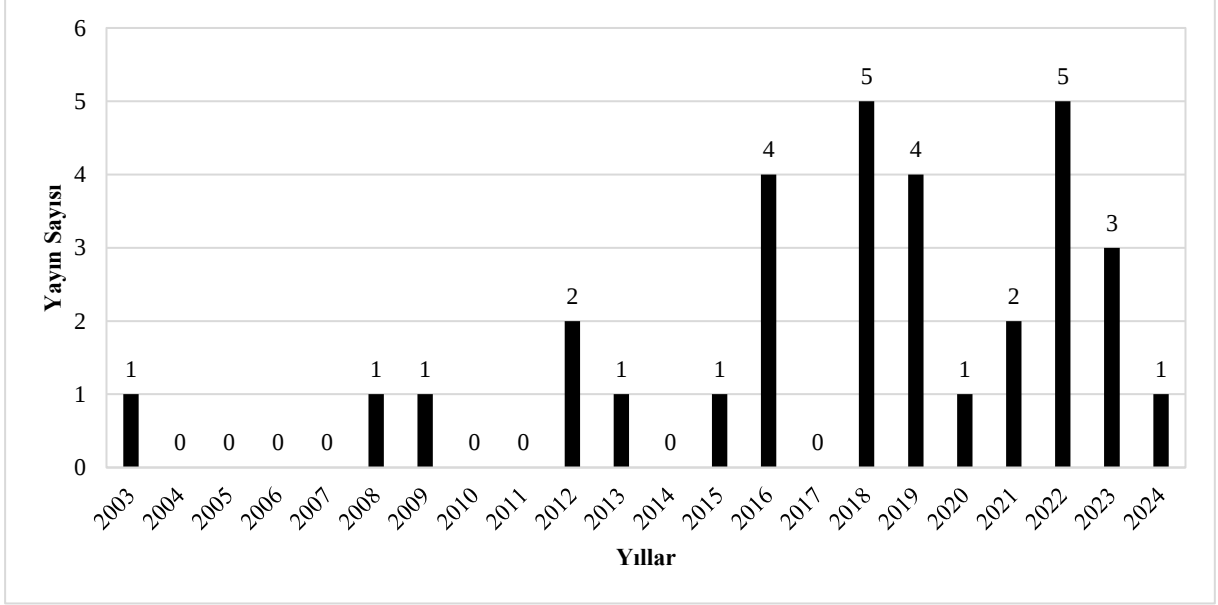
Yazar(lar)/Yıl	Birinci Yazarın Alanı	Yayın Başlığı	Çalışma Sahası	Kullanılan Veriler	Verileri Elde Etme Yöntemi
Duman & Aras (2012)	Biyoteknoloji	Karabük Demir Çelik Fabrikası Etrafından Toplanan Beş Biyomonitor Liken Türünün Ağır Metal Akümüasyonu ve Karşılaştırmalı Analizi	Zonguldak	Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Mn ve Pb	Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre Cihazı
Karakoyun & Osman (2015)	Öğretmen	Erzincan'da Hava Kirliliğine Bağlı Olarak Sarı Çamlarda (Pinus sylvestris L. var. hamata Steven.) Ağır Metal Birikimi	Erzincan	Cr, Co, Cu, Fe, Ni, Zn ve Pb	Arazi Çalışması
Arslan (2021)	Tıbbi Hizmetler ve Teknikler	Parkların Hava Kirliliğini Azaltıcı Etkisinin Çorum Örneğinde İncelenmesi	Çorum	CO, NO ₂ , O ₃ , SO ₂	i-Tree Canopy Aracı
Tonyaloğlu vd. (2021)	Peyzaj Mimarlığı	Düzenleyici Ekosistem Hizmetlerinden Hava Kalitesinin Efeler -Aydın Örneğinde İncelenmesi	Aydın	CO, NO ₂ , O ₃ , PM _{2.5} , PM ₁₀ ve SO ₂	i-Tree Canopy Aracı
Batur & Aksu (2021)	Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi	Partikül Madde (PM ₁₀) Konsantrasyonunun Kentsel Yeşil Alan Sisteminin Değerlendirilmesinde Ekolojik İndikatör Olarak Kullanımı: İstanbul-Beşiktaş Örneği	İstanbul	PM ₁₀	DUSTTRAK II ve QUEST EVM 7 Cihazları
Kula vd. (2022)	Bilim ve Sanat Merkezi	Farklı Hava Kalitesinin Pinus Nigra Stoma Sayısı Üzerine Etkisi	Eskişehir	-	Arazi Çalışması
İşınkaralar vd. (2022)	Çevre Mühendisliği	Bazı Peyzaj Bitkilerinin Biyoizleme Tekniğinde Kullanılabilirliği: Ağır Metallere Yönelik Bir Analiz	Mersin	Cu ve Fe	Arazi Çalışması

Körmeçli (2023)	Peyzaj Mimarlığı	Kent Parklarının Hava Kalitesini İyileştirme Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi: Ankara Altınpark Örneği	Ankara	CO, NO ₂ , O ₃ , PM _{2.5} ve SO ₂	i-Tree Canopy Aracı
Topal & Demirel (2023)	Peyzaj Mimarlığı	Yeşil Alanların Hava Kalitesi Etkileri ve Ekosistem Servislerinin (ES) Web Tabanlı i-Tree Canopy Aracı Kullanarak Ölçülmesi: İstanbul'da Bir Vaka Çalışması	İstanbul	CO ₂	i-Tree Canopy Aracı
Onur & Kahveci (2024)	Peyzaj Mimarlığı	Hava Kalitesinde Cep Parklarının Önemi: Karşılaştırmalı Bir Yaklaşım	Dubai	PM _{2.5} , PM ₁₀ , HCHO, TVOC, CO ve CO ₂	Manuel Ölçüm Araçları
Malkoç (2024)	Peyzaj Mimarlığı	Doğal sit alanlarının hava kalitesine etkisi: Sarayıçi Tavuk Ormanı, Edirne, Türkiye	Edirne	CO, NO ₂ , O ₃ , PM _{2.5} , PM ₁₀ ve SO ₂	i-Tree Canopy Aracı

3. Bulgular

3.1. İklim ve Topografya ile İlgili Çalışmalar

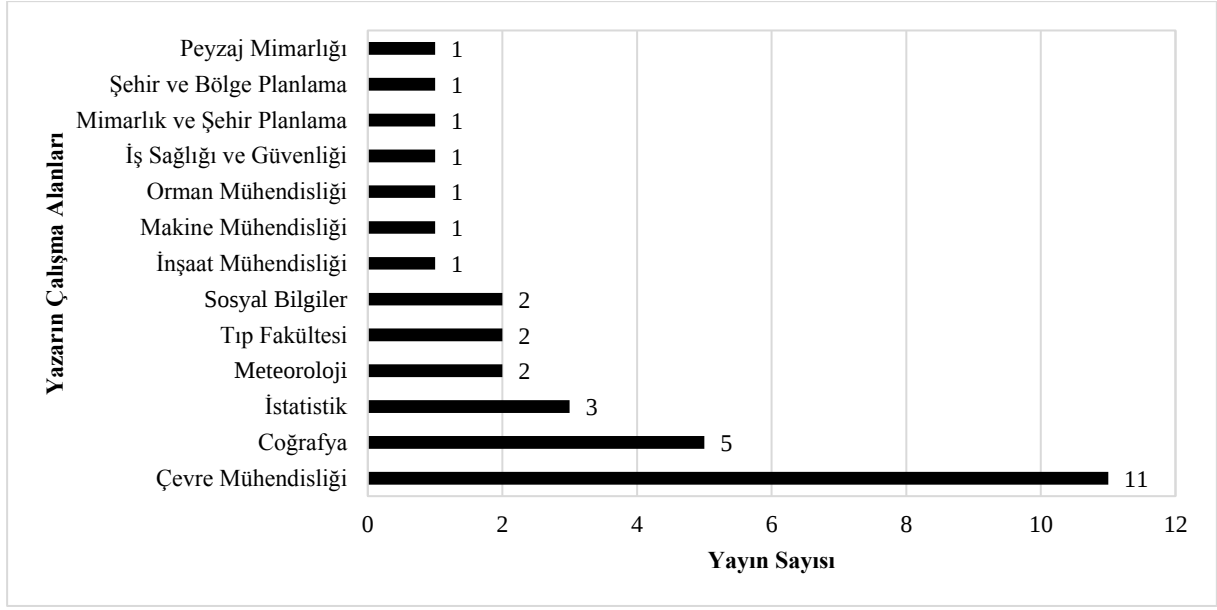
Yapılan literatür taraması sonucunda; hava kirliliği ile iklimik/topografik ilişkisini inceleyen yayınların yıllara göre dağılımları Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Yayınların yayın yıllarına göre dağılımı

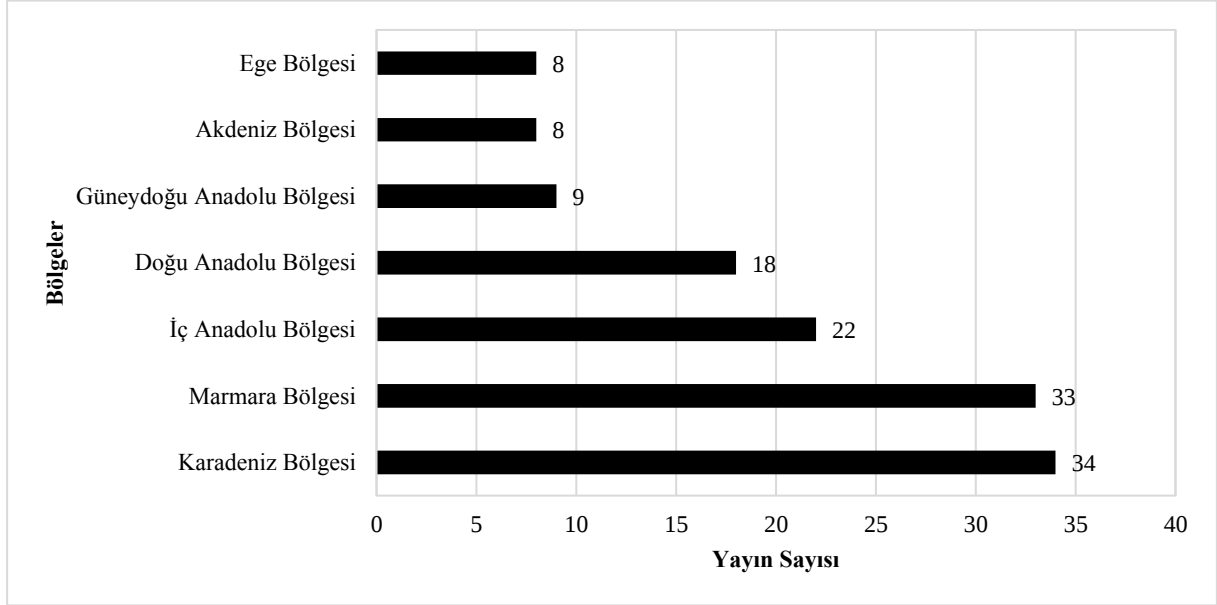
Şekil 3 incelendiğinde, hava kirliliği/kalitesi ile doğal ortam ilişkisini inceleyen çalışmaların ilk olarak 2003 yılında başladığı ve 2016 yılından itibaren artış gösterdiği belirlenmiştir. Başka bir ifadeyle yayınların %80,6'sı 2016 yılından sonra yayınlanmıştır. Bu artışın temel nedeni olarak Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağına (UHKİA) bağlı istasyon sayısının ülke genelinde yaygınlaşması gösterilebilir. 2018 ve 2022 yıllarında 5; 2016 ve 2019 yıllarında 4; 2023 yılında 3; 2012 ve 2021 yıllarında ise 2 yayın çıkarılmıştır. 2004, 2005, 2006, 2007, 2010, 2011, 2014 ve 2017 yıllarında ise yayın bulunamamıştır. 2013 yılı ve öncesindeki yayın sayısının sınırlı olduğu görülmektedir. Bu durum üzerinde Dergipark'ın 2013'ten itibaren hizmet vermeye başlamasının etkili olabileceği düşünülmektedir. 2003, 2008 ve 2012 yıllarına ait yayınlar ise Dergipark sistemindeki dergilerin eski dönem sayılarında yer alıp sisteme aktarılan yayınlardır (Dergipark, 2025).

Yapılan literatür taraması sonucunda ulaşılan yayınlarda birinci yazarın çalışma alanına göre dağılımları Şekil 4'te yer verilmiştir. Birinci yazarlardan 11'i çevre mühendisliği, 5'i coğrafya alanında dağılım göstermektedir. Bu alanları sırasıyla; istatistik, meteoroloji, tıp, sosyal bilgiler, makine mühendisliği, inşaat mühendisliği, orman mühendisliği, iş sağlığı ve güvenliği, mimarlık ve şehir planlama, şehir ve bölge planlama, peyzaj mimarlığı ile takip etmektedir. Birden fazla araştırmacı tarafından yürütülen yayınlar incelendiğinde, yayınlarda belirtilen kurum bilgileri doğrultusunda yapılan sınıflandırma sonucunda 32 yayından 9'unun disiplinler arası bir şekilde yürütüldüğü tespit edilmiştir.



Şekil 4. Birinci yazarın çalışma alanına göre dağılımı

Analiz edilen yayınlardaki çalışma sahalarının bölgelere göre dağılımına Şekil 5’te yer verilmiştir.



Şekil 5. Yayınlardaki çalışma sahalarının bölgelere göre dağılımı

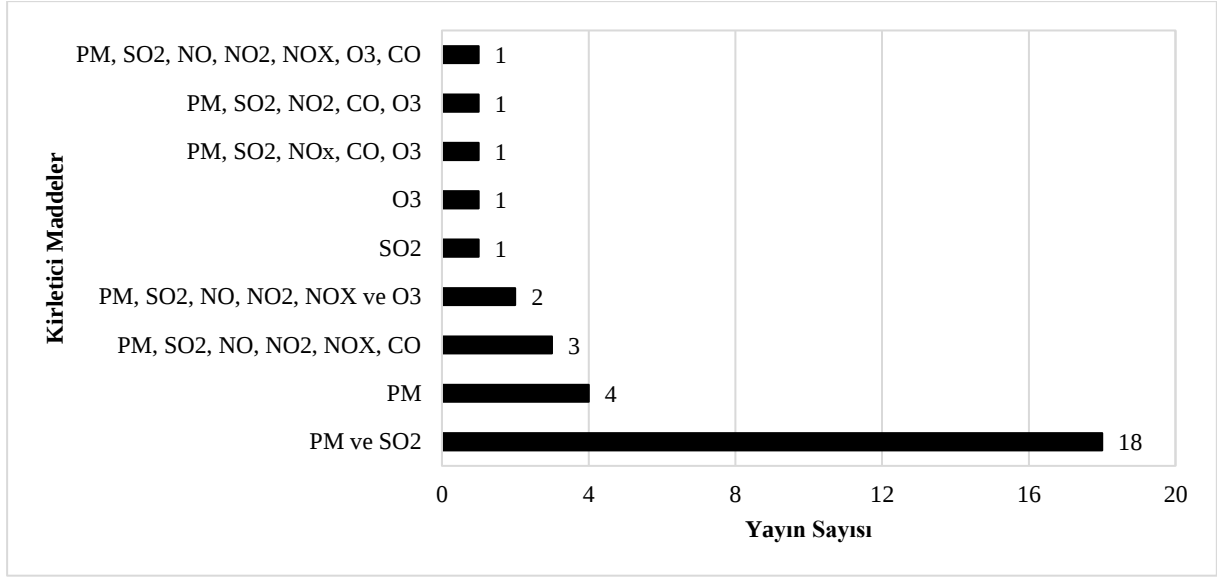
Bazı yayınlarda birden fazla şehir aynı anda incelenmiştir. Yayınlarda bölge ile Türkiye şeklinde genel olarak belirtilen sahalardaki istasyon isimleri ise tek tek ele alınmış ve grafiğe (Şekil 5) bu şekilde dahil edilmiştir. Şekil 5’te gösterildiği üzere Karadeniz ve Marmara bölgeleri ile ilgili yayınların sayısının diğer bölgelere göre daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Bu bölgeleri sırasıyla İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri takip etmektedir. Akdeniz ve Ege bölgelerinin ise diğer

bölgelere göre daha az çalışıldığı görülmektedir. Akdeniz Bölgesi'ndeki iller ile ilgili birer yayın yapılmıştır. Marmara Bölgesi'nde Edirne ve Tekirdağ, Ege Bölgesi'nde Afyonkarahisar, İç Anadolu Bölgesi'nde Konya ve Ankara, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Erzurum ve Malatya, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Şanlıurfa, Karadeniz Bölgesi'nde Bayburt illeri ile ilgili yayınlar çoğunluktadır. Şekil 6'da gösterildiği üzere, Ankara ve Konya hakkında 5; Bayburt, Edirne ve Tekirdağ hakkında 4; Artvin, Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Giresun, Gümüşhane, İstanbul, Kocaeli, Ordu, Rize, Trabzon ve Yalova hakkında 3 yayın yapılmıştır. Şırnak ve Uşak şehirleri hakkında belirlenen kriterlerde yayın yapılmadığı tespit edilmiştir. İlçelere göre yapılan yayınlarda ise ilçenin bağlı olduğu ile göre sınıflama yapılmıştır.



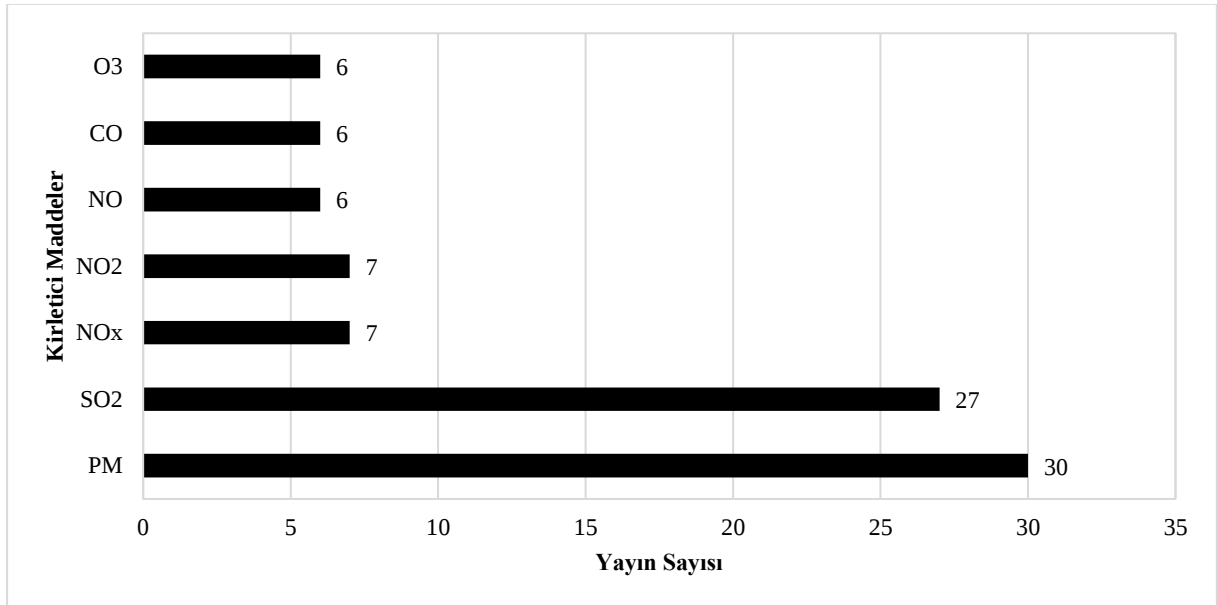
Şekil 6. Yayınlardaki çalışma sahalarının illere göre dağılımı

Yayınlarda veri setlerini oluşturan kirletici maddelere ilişkin detaylara Şekil 7'de yer verilmiştir.



Şekil 7. Yayınlarda kullanılan veri setlerinin dağılımı

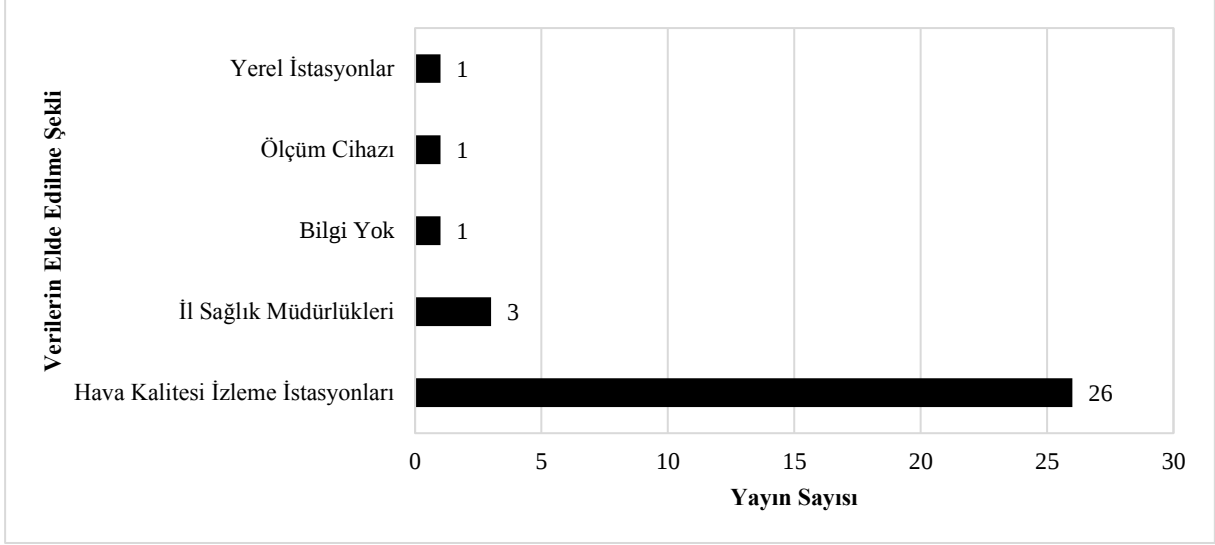
PM ve SO₂'in birlikte kullanıldığı yayın sayısı daha fazladır (Şekil 7). Yayınlarda PM, SO₂ ve O₃ tek veri seti olarak da kullanılmıştır. İki'den fazla kirletici maddenin bir arada kullanılarak yürütüldüğü yayınlar da bulunmaktadır. CO'nun veri seti olarak kullanıldığı yayınlarda PM ve SO₂'in de kullanıldığı tespit edilmiştir. Kirletici maddelerin dağılımlarına Şekil 8'de yer verilmiştir.



Şekil 8. Yayınlarda kullanılan kirletici maddelerin dağılımı

Analiz edilen 32 yayının 30'unda PM, 27'sinde ise SO₂ kullanılmıştır. Başka bir deyişle yayınların %93,75'inde PM, %84,37'sinde ise SO₂'den veri seti olarak yararlanılmıştır. Bu kirletici maddeleri NO_x, NO₂, NO, CO ile O₃ takip etmektedir. DSÖ'nün başlangıçta hava kirliliğine karar

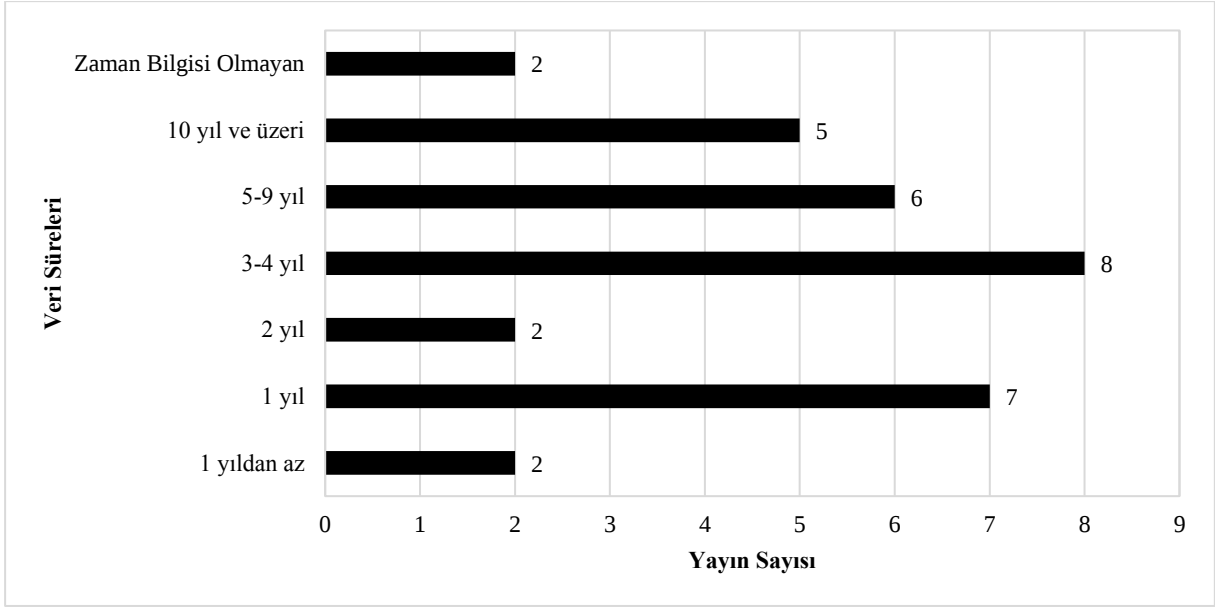
vermede PM ve SO₂'i yeterli görmesinden dolayı bu parametreler yayınlarda sık kullanılmıştır. Analiz edilen yayınlardaki veri/verilerin elde edilme şekline ilişkin dağılımlar Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Yayınlarda kullanılan veri/verilerin elde edilme şekline ilişkin dağılım

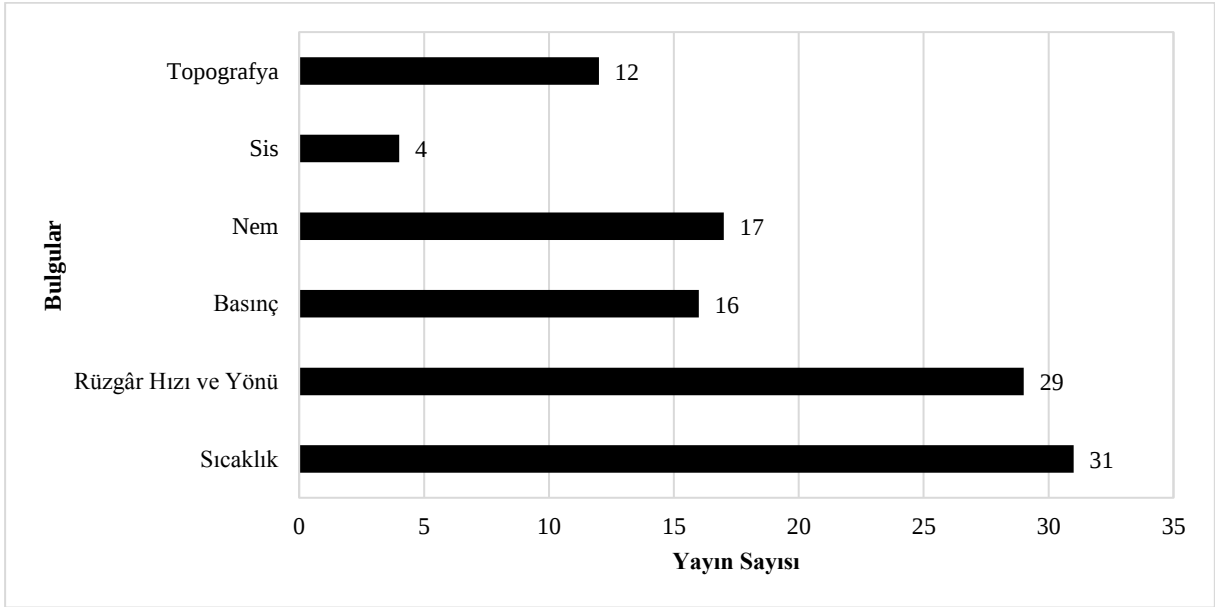
Yayınlarda veri/verilerin elde edilmesinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına bağlı Hava Kalitesi İzleme İstasyonları yaygın olarak kullanılmaktadır. 2003, 2008 ve 2009 yıllarındaki yayınlarda veriler İl Sağlık Müdürlüklerinden temin edilmiştir. 2005 yılından itibaren Çevre ve Orman Bakanlığına bağlı istasyonların kurulmasıyla veriler artık bakanlıktan temin edilmeye başlanmıştır. Bakanlığın ismi 2011'de Çevre ve Şehircilik, 2021'de ise Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği olarak değiştirilmesine rağmen veriler buradan temin edilmiştir. 2005 yılı ve öncesine ait veriler ise İl Sağlık Müdürlüklerinden alınmıştır. Resmi verilerin yanı sıra yerel istasyonlar ve ölçüm cihazları kullanarak verilerin temin edildiği yayınlar da bulunmaktadır. Bazı yayınlarda ise verilerin ne şekilde temin edildiği ile ilgili bilgilere yer verilmemiştir.

Yayınlarda kullanılan veri/verilerin sürelerine ilişkin dağılımlara Şekil 10'da yer verilmiştir. Şekil 10'da gösterildiği üzere veri/veri setlerinin süreleri değişiklik göstermektedir. 1 yıldan az ölçüm süresinin kullanıldığı yayınlardan birinde belirli gün ve saat aralığında ölçümler yapılmış diğerinde ise yaklaşık dört aylık (109 günlük) veri seti kullanılmıştır. 3-4 yıl zaman aralığındaki veri setleri ile yürütülen yayın sayısını bir yıllık veri setleri kullanarak yapılan yayınlar takip etmektedir. Yayınların kısa dönem veri setlerini kapsamasının sebebi olarak Hava Kalitesi İzleme Ağı'nda PM değerlerinin dar bir zaman dilimini içermesine bağlanmaktadır. 5 yıllık veri seti kullanılarak 3; 6 yıllık veri seti kullanılarak 3; 10, 12, 13, 18, 19 ve 27 yıllık veri seti kullanılarak 1'er yayın yapılmıştır.



Şekil 10. Yayınlarda kullanılan veri/verilerin sürelerine ilişkin dağılım

Yayınların bulgularında doğal ortam özellikleri ile hava kirliliği ilişkisine dair dağılımlara Şekil 11’de yer verilmiştir.

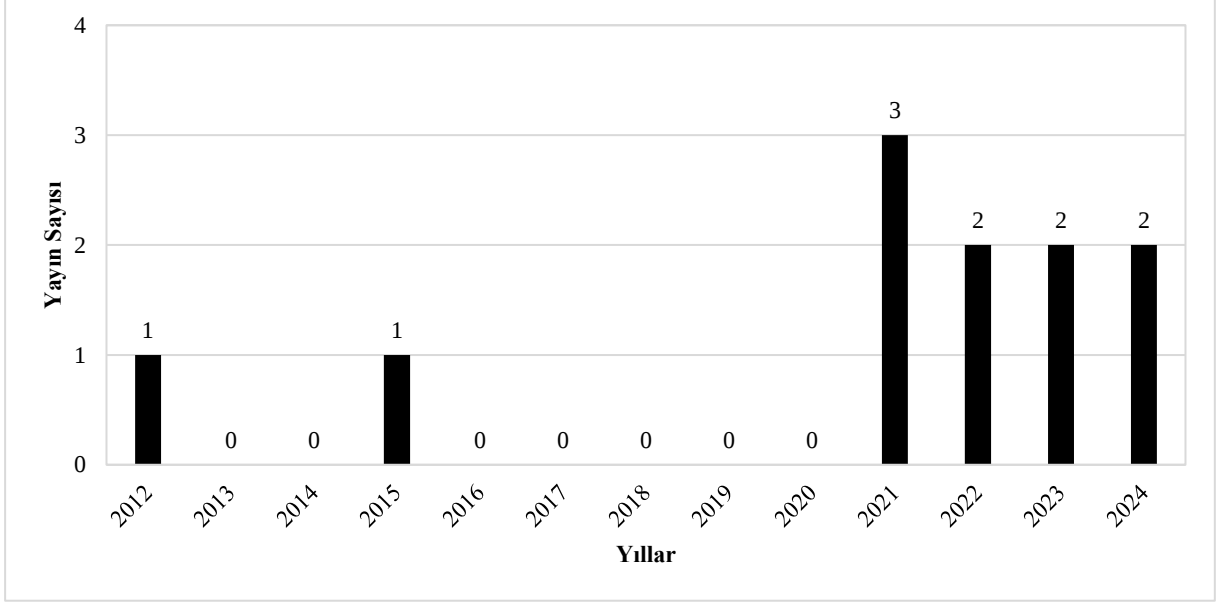


Şekil 11. Yayınların bulgularına ilişkin dağılım

Şekil 11’de yer verildiği üzere, yayınların %96,9’unda hava kirliliği ile sıcaklığın; %90,6’sında hava kirliliği ile rüzgârın, %53,1’inde hava kirliliği ile nemin, %50’sinde hava kirliliği ile basıncın, %12,5’inde ise hava kirliliği ile sisin ilişkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca yayınların %37,5’inde çalışma sahanının topografik özellikleri ile hava kirliliği ilişkisi incelenmiştir.

3.2. Bitki ile İlgili Çalışmalar

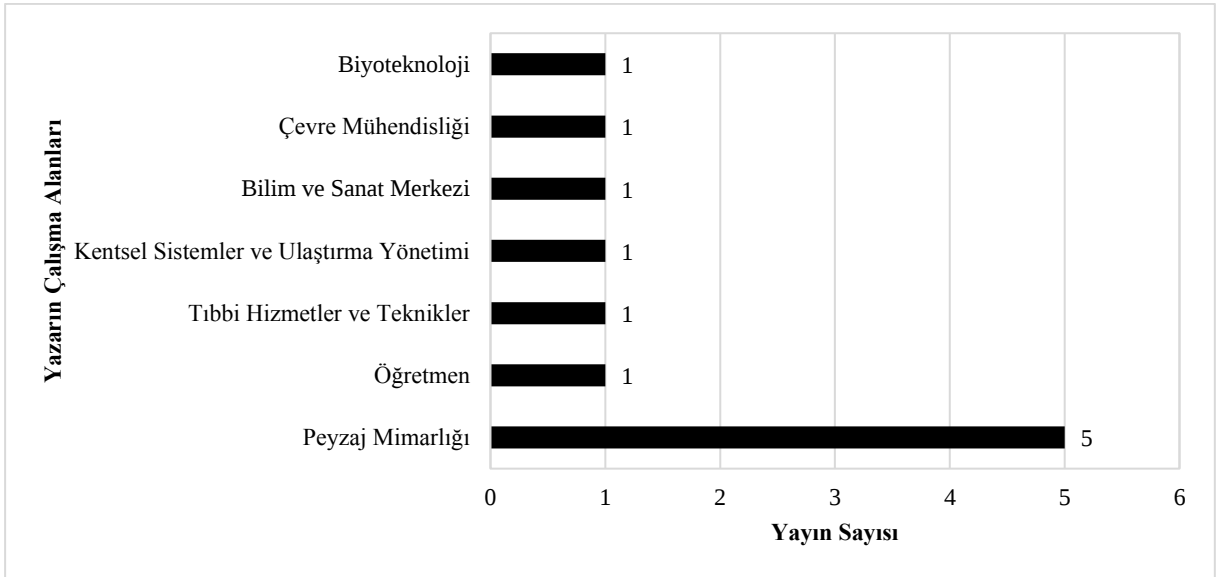
Bitki ile hava kirliliği ilişkisini inceleyen yayınların yıllara göre dağılımına Şekil 12’de yer verilmiştir.



Şekil 12. Yayınların yıllara ilişkin dağılımı

Şekil 12 incelendiğinde, hava kirliliği/kalitesi ile bitki ilişkisini irdelleyen yayınların 2012 yılında başladığı ve 2021 yılından itibaren artış gösterdiği tespit edilmiştir. 2021 yılını ise 2022, 2023 ve 2024 yılları takip etmektedir. 2013, 2014, 2016, 2017, 2018, 2019 ve 2020 yıllarında yayın tespit edilememiştir.

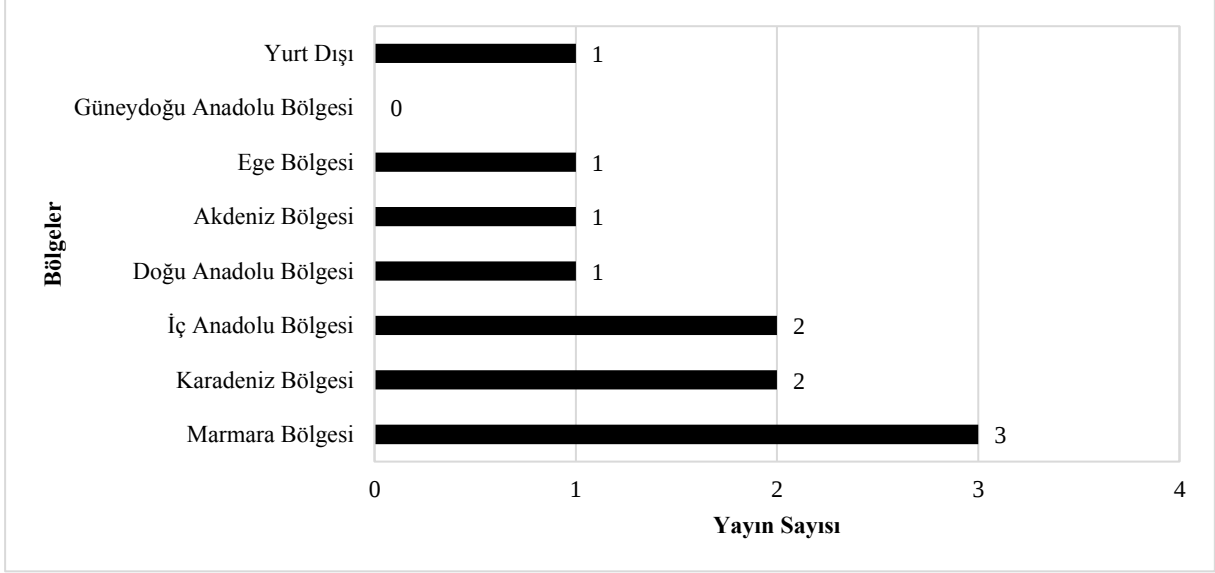
Birinci yazarın çalışma alanına göre dağılımlarına Şekil 13’te yer verilmiştir.



Şekil 13. Birinci yazarın çalışma alanına göre dağılımı

Şekil 13'te gösterildiği üzere birinci yazarlardan 5'i peyzaj mimarlığı alanında dağılım göstermektedir. Bu alanın yanı sıra öğretmen, tıbbi hizmetler ve teknikler, kentsel sistemler ve ulaştırma yönetimi, bilim ve sanat merkezi, çevre mühendisliği ile biyoteknoloji alanları da bulunmaktadır.

Bitki ile ilgili yayınların çalışma sahalarının bölgelere göre dağılımı Şekil 14'te gösterilmiştir.



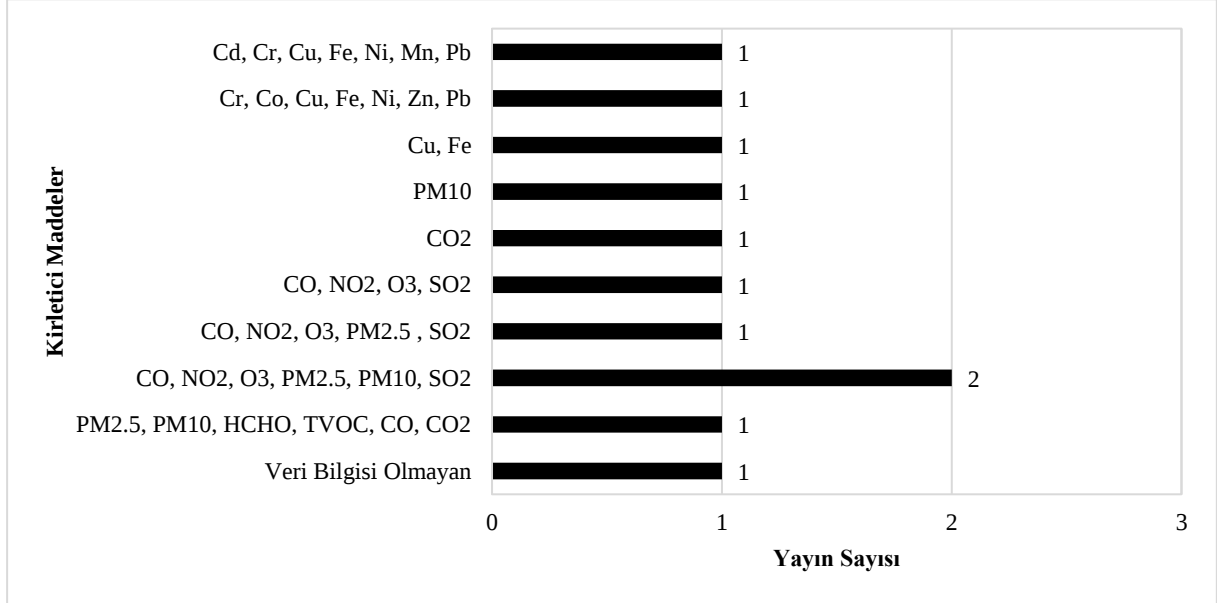
Şekil 14. Çalışma sahalarının bölgelere göre dağılımı

Şekil 14'te gösterildiği üzere yayınlarda Marmara Bölgesi birinci sırada yer almaktadır. Bunu ikişer yayınlara Karadeniz ve İç Anadolu bölgeleri, birer yayınlara Doğu Anadolu, Akdeniz ve Ege Bölgeleri takip etmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile ilgili herhangi bir yayına rastlanmamıştır. Bir yayında Dubai çalışılmış olup bu yayın, yurt dışı olarak belirtilmiştir. İllere göre incelendiğinde ise İstanbul ile ilgili iki yayın Ankara, Aydın, Çorum, Edirne, Erzincan, Eskişehir, Mersin ve Zonguldak ile ilgili bir yayın yapılmıştır (Şekil 15).



Şekil 15. Yayınlardaki çalışma sahalarının illere göre dağılımı

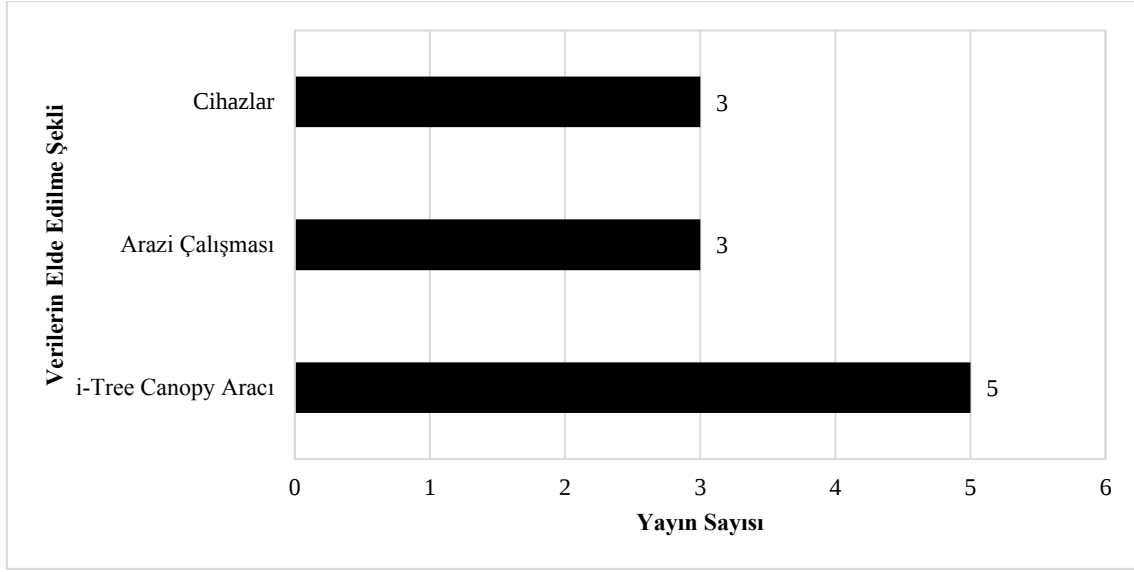
İncelemeye dahil edilen yayınlardaki kirlenici maddelere Şekil 16’da yer verilmiştir.



Şekil 16. Yayınlarda kullanılan veri setlerinin dağılımı

CO, NO₂, O₃, PM_{2.5}, PM₁₀ ve SO₂ kullanılarak yapılan yayınların sayısı öne çıkmaktadır. Analiz edilen yayınların %54,5’inde CO, %36,3’ünde PM_{2.5} ile PM₁₀, NO₂, O₃ ve SO₂ kirlenici madde olarak incelenmiştir. Bazı yayınlarda birden fazla kirlenici madde birlikte incelenmiştir.

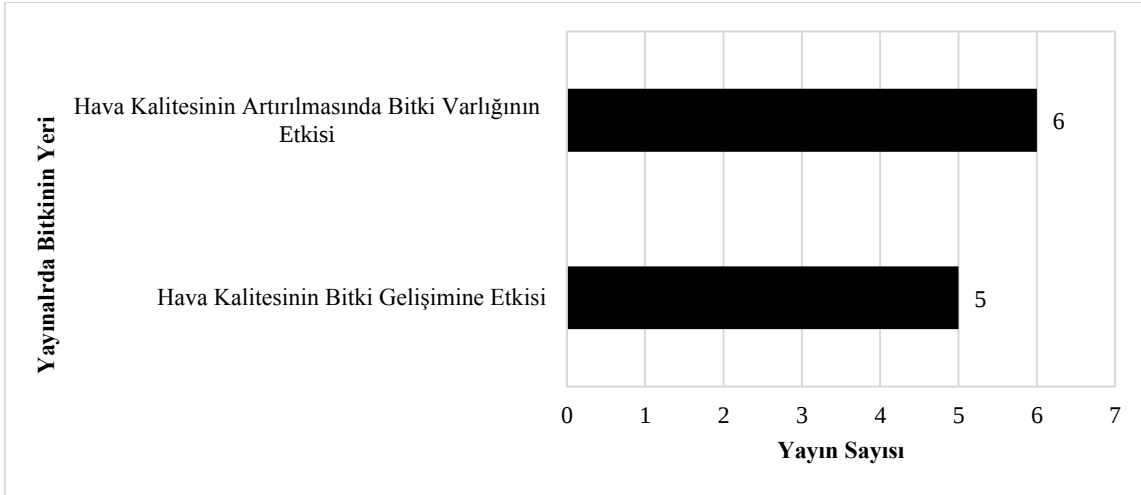
Yayınlarda veri/verileri elde etme yöntemine ilişkin dağılımlara Şekil 17’de yer verilmiştir.



Şekil 17. Yayınların veri/verileri elde etme yöntemine göre dağılımı

Bitki örneklerinin toplanmasında i-Tree canopy aracı, arazi çalışması ve çeşitli cihazlar kullanılmıştır (Şekil 17). Kullanılan cihazlar; atomik absorpsiyon spektrofotometre, DUSTTRAK II, QUEST EVM 7 ile manuel ölçüm cihazı olarak belirtilmiştir.

Hava kalitesi ve bitki sağlığı ile hava kalitesine bitki etkisini inceleyenlere göre yapılan sınıflandırmaya Şekil 18’de yer verilmiştir.



Şekil 18. Çalışma sahalarının bölgelere göre dağılımı

Şekil 18’de gösterildiği üzere yayınların 5’i hava kalitesinin bitki gelişimine etkisi üzerine yapılmışken, 6 tanesi hava kalitesinin artırılmasında bitki varlığının etkisi üzerine yapılmıştır

4. Tartışma ve Sonuç

Hava kirliliği, insan ve doğal çevre arasındaki yoğun ve karmaşık ilişkiler sonucunda meydana gelmektedir (Özdemir & Boyraz, 2002). Sınır tanımayan hava kirliliği, kolayca yayılabilmekte ve

taşınabilmektedir (Keleş & Ertan, 2002). Bu nedenle DSÖ tarafından hava kirliliği, gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeleri etkileyen önemli bir çevre sağlığı sorunu olarak nitelendirilmektedir (World Health Organization, 2000). Hava kirliliğinin geniş bir alanı etkilemesi ve güncel bir çevre sorunu olması bu konudaki yayın sayısını artırmaktadır. Dolayısıyla bu alanda yapılacak sistematik tarama ile ilgili çalışmalarda yayın eleme kriterlerinin önceden belirlenmesi önerilmektedir.

Bu çalışmada hava kirliliği ile iklimik/topografik ile bitki örtüsü arasındaki ilişkiyi irdeleyen yayınlar gözden geçirilmiştir. Dergipark'ın tarandığı araştırmada toplam 43 yayına ulaşılmış ve bu yayınlar meta analiz ile incelenmiştir. Hava kirliliği ile iklimik/topografik faktörler arasındaki ilişkiyi inceleyen 32 yayına ulaşılmıştır. Bu yayınların sayısında 2016 yılından itibaren bir artış yaşanmıştır. Birinci yazarın çoğunlukla çevre mühendisliği alanında olduğu belirlenmiştir. 32 yayından 9'unun disiplinler arası yürütüldüğüne ulaşılmıştır. Buradan hareketle disiplinler arası yayın sayılarının artırılması önerilebilir. Yayınlar Ankara, Konya, Bayburt, Edirne ve Tekirdağ illeri sıklıkla çalışma sahası olarak seçilmiştir. Uşak ve Şırnak illeri ile ilgili herhangi bir yayına ulaşılamamıştır. Bu illerdeki hava kirliliği ile doğal ortamı inceleyen yayınlar yapılabilir. Ayrıca veri seti olarak PM ve SO₂ bir arada kullanılmıştır. Verilerin temin edilmesinde ise Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarına ilişkin internet sitesi tercih edilmiştir. Yayınlar genellikle 3-4 yıl zaman aralığı ile 1 yıllık veri süreleri kullanılmıştır.

Analiz edilen yayınlar incelendiğinde; doğal ortam ile hava kirliliği ilişkisinin ortaya konulmasında iklim elemanları ve topografya kullanılmıştır. Bozkurt (2018), Çıldır ve Mutlu (2022), Demirarslan ve Akıncı (2016a), Demirarslan ve Akıncı (2016b), Hırca vd. (2022), İbret ve Aydınöz (2009), İskender vd. (2016), Kara (2012), Kara vd. (2018), Koç & Koç (2018), Kopar & Zengin (2015), Köse & Erbaş (2003), Kunt & Dursun (2018), Menteşe & Tağıl (2012), Oğuz (2020), İskan & Koç (2021), Özşahin vd. (2016), Öztürk & Keleş Özgül (2019), Sari & Esen (2019), Sever (2008), Ulutaş vd. (2021), Ünal & Özel (2022), Ünal & Özel (2023), Vural & Şahinalp (2023), Yazıcı vd. (2018), Yılmaz (2022) tarafından yürütülen yayınlar sıcaklık ile hava kirliliği arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Ancak bu sonucun zıttı olarak Arslan (2023), Özel (2019), Tıgılı & Cangür (2019), Yener & Demirarslan (2022) ise sıcaklık ile hava kirliliği arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir. Yayınların %81,2'sinde sıcaklık ile hava kirliliği arasında ters orantı, %12,5'inde ise doğru orantı tespit edilmiştir. Yayınlar özellikle kış mevsiminde havaların soğuması ile kirletici unsurların arttığı vurgulanmıştır. Bu artışın sebebi olarak kış mevsimindeki ısınma faaliyetleri sonucunda açığa çıkan kirletici maddelerin havaya karışması gösterilmiştir.

Yayınların %35,4'ünde basınç ile hava kirliliği arasında doğru orantı tespit edilmiştir (Hırca vd., 2022; İskan & Koç, 2021; Kara vd., 2018; Kopar & Zengin, 2015; Kunt & Dursun, 2018; Menteşe & Tağıl, 2012; Özşahin vd., 2016; Tıgılı & Cangür, 2019; Ulutaş vd., 2021; Yazıcı vd., 2018; Yılmaz, 2022). Yayınların %9,6'sında ise hava kirliliği ile basınç arasında ters bir orantı saptanmıştır (Özel, 2019; Ünal & Özel, 2022; Ünal & Özel, 2023). Oğuz (2020) ise yayınında basınç ile hava kirliliği arasında bir ilişkiye ulaşamamıştır.

Bozkurt (2018), Çıldır ve Mutlu (2022), Çiftçi vd. (2013), Hırca vd. (2022), İbret & Aydınöz (2009), İskan & Koç (2021), İskender vd. (2016), Kara (2012), Kara vd. (2018), Koç & Koç (2018),

Köse & Erbaş (2003), Kunt & Dursun (2018), Menteşe & Tağıl (2012), Oğuz (2020), Öztürk & Keleş Özgül (2019), Sari & Esen (2019), Sever (2008), Tıgılı & Cangür (2019), Ünal & Özel (2023), Yener & Demirarslan (2022), Yılmaz (2022) tarafından rüzgâr hızı ile hava kirliliği arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Kısacası yayınların %65,6'sında rüzgâr hızı ile hava kirliliği arasında ters ilişki olduğuna yönelik bir sonuca ulaşılmıştır. Arslan (2023) ile Ünal & Özel (2022) ise rüzgâr hızı ile hava kirliliği arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır. Demirarslan & Akıncı (2016a), Demirarslan & Akıncı (2016b), İbret & Aydınöz (2009), Kopar & Zengin (2015), Özşahin vd. (2016), Ünal & Özel (2022), Vural & Şahinalp (2023), Yazıcı vd. (2018) tarafından yürütülen yayınlarda ise çalışma sahalarındaki hâkim rüzgâr yönleri ile hava kirliliği arasındaki ilişki irdelenmiştir.

Nem ile hava kirliliği ilişkisinin pozitif olduğunu Bozkurt (2018), Çiftçi vd. (2013), Kopar & Zengin (2015), Kunt & Dursun (2018), Menteşe & Tağıl (2012), Oğuz (2020), Ulutaş vd. (2021), Yazıcı vd. (2018), Yılmaz (2022) yayınlarında vurgulamıştır. Arslan (2023), Hırca vd. (2022), İbret & Aydınöz (2009), Özel (2019), Tıgılı & Cangür (2019), Ünal & Özel (2022), Ünal & Özel (2023), Yener & Demirarslan (2022) ise yayınlarında nem ile hava kirliliği arasındaki ilişkinin negatif olduğunu ifade etmiştir.

Bazı yayınlarda ise sis ile hava kirliliği ilişkisi irdelenmiştir (Çiftçi vd., 2013; Engin & Yavuz, 2024; İskan & Koç, 2021; Kunt & Dursun, 2018). Bu yayınlarda sis olayının gerçekleştiği anlarda kirlletici maddelerin yüzeye doğru indiği ve hava kalitesini düşürdüğü ifade edilmiştir. Çiftçi vd. (2013), Demirarslan & Akıncı (2016a), Demirarslan & Akıncı (2016b), İbret

Aydınöz (2009), İskan & Koç (2021), Koç & Koç (2018), Kopar & Zengin (2015), Köse & Erbaş (2023), Özşahin vd. (2016), Sever (2008), Vural & Şahinalp (2023), Yazıcı vd. (2018) tarafından yürütülen yayınlarda çalışma sahasının topografik özellikleri ile hava kirliliği arasındaki ilişki irdelenmiştir. Ayrıca bu yayınlarda meteorolojik elemanlar ile hava kirliliği arasındaki ilişki de incelenmiştir.

Hava kirliliği ile bitki arasındaki ilişkiyi irdeleyen yayınlar incelendiğinde 11 yayına ulaşılmıştır. Bu yayınların 5'i hava kalitesinin bitki gelişimine etkisi üzerine yapılmışken, 6 tanesi hava kalitesinin artırılmasında bitki varlığının etkisi üzerine yapılmıştır. Yayınların 2021 yılından itibaren artış gösterdiği saptanmıştır. Hava kirliliği/kalitesi ile ilgili yapılan çalışmalarda birinci yazarın çoğunlukla peyzaj mimarlığı alanında olduğu tespit edilmiştir. Bu konuda coğrafya alanında çalışanların yaptığı yayınlara rastlanılamamıştır. Yayınlarda Dubai, İstanbul, Ankara, Aydın, Çorum, Edirne, Erzincan, Eskişehir, Mersin ve Zonguldak çalışma sahası olarak seçilmiştir. Dolayısıyla çalışma sahası olmayan alanlar ile ilgili yeni çalışmalar yapılabilir. Yayınlarda genellikle veri olarak CO kullanılmıştır. Verilerin toplanmasında ise arazi çalışması, çeşitli ölçüm cihazları ve i-Tree canopy aracından yararlanılmıştır.

Referanslar

- Abelsohn, A. & Stieb, D. M. (2011). Health effects of outdoor air pollution: approach to counseling patients using the Air Quality Health Index. *Canadian Family Physician*, 57 (8), 881-887.
- Arslan, H. (2023). Impacts of meteorological parameters on tropospheric ozone concentrations in Çanakkale. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 35 (1), 10-17. doi:10.7240/jeps.1078886
- Arslan, N. Ş. (2021). Parkların hava kirliliğini azaltıcı etkisinin Çorum örneğinde incelenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 5 (2), 401-407. doi: 10.32328/turkjforsci.917787
- Bai, L., Wang, J., Ma, X., Lu, H. (2018). Air pollution forecasts: An overview. *International journal of environmental research and public health*, 15 (4), 780.
- Banerjee, T., Singh, S. B., Srivastava, R. K. (2011). Development and performance evaluation of statistical models correlating air pollutants and meteorological variables at Pantnagar, India. *Atmospheric Research*, 99, 505-517.
- Batur, A. & Aksu, G. A. (2021). Partikül madde (PM₁₀) konsantrasyonunun kentsel yeşil alan sisteminin değerlendirilmesinde ekolojik indikatör olarak kullanımı: İstanbul- Beşiktaş örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 125-134. doi: 10.31590/ejosat.947260
- Baysan, C. & Palanbek Yavaş, S. (2020). COVID-19 ve hava kirliliği; karantına boyunca ne oldu?. *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi*, 5 (COVID-19 Özel Sayısı), 35-46.
- Bostan P. & Olcay S. S. (2022). Düünden bugüne ülkemizde yapılan dış ortam hava kirliliği sağlık etkileri araştırmaları. *TSAD*, 3 (3), 22-29.
- Bozkurt, Z. (2018). PM₁₀ ve PM_{2.5} Boyutundaki atmosferik partiküllerin bölgesel, mevsimsel değişimlerinin ve meteorolojik parametrelerle ilişkilerinin incelenmesi. *Düzce University Journal of Science and Technology*, 6 (4), 1305-1320. doi:10.29130/dubited.428821
- Buraerah, M.F., Patandjengi, B., Suryani, S., Hamzah, A., Demmalino, E.B. (2023). The effect of vegetation in reducing air pollution in an urban environment: A review. *Ser. Earth Environ. Sci* 1253, 012105. doi:10.1088/1755-1315/1253/1/012105
- Büyükkakıncı, B. Y. (2010). Hava kirliliğinin tarihi eserlere etkisi ve alınması gereken önlemler. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, (19), 47-52.
- Carver, J. C., Hassler, E., Hernandez, E., Kraft, N. A. (2013, October). Identifying barriers to the systematic literature review process. In 2013 ACM/IEEE international symposium on empirical software engineering and measurement (203-212). IEEE.
- Çıldır, İ. & Mutlu, A. (2022). Balıkesir şehir merkezinde hava kirliliği seviyelerinin zamansal ve mekansal analizleri. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 8 (2), 246-266. doi:10.28979/jarnas.950206
- Çınar, N. (2021). İyi bir sistematik derleme nasıl yazılmalı?. *Online Turkish Journal of Health Sciences*, 6 (2), 310-314. doi: 0.26453/otjhs.888569
- Çiftçi, Ç., Dursun, Ş., Levend, S., Kunt, F. (2013). Topoğrafik yapı, iklim şartları ve kentleşmenin Konya’da hava kirliliğine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1 (1), 19-24.
- Çukur, H. & Aygören, T. (2018). Denizli’de hava kirliliği ve iklimatik özellikler arasındaki ilişki. *The Journal of Academic Social Science*, 6 (82), 594-611. doi: 10.16992/ASOS.14336
- Davis, J., Mengersen, K., Bennett, S., Mazerolle, L. (2014). Viewing systematic reviews and meta-analysis in social research through different lenses. *SpringerPlus*, 3, 1-9.
- Demirarslan, K. O. & Akıncı, H. (2016a). Doğu Karadeniz Bölgesindeki partikül madde dağılımlarının coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla belirlenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 2 (1), 30-45. doi:10.21324/dacd.29373
- Demirarslan, K. O. & Akıncı, H. (2016b). Doğu Karadeniz Bölgesinde kükürtdioksit (SO₂) dağılımlarının coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla belirlenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 2 (2), 81-99. doi:10.21324/dacd.91087
- Dergipark. (2025). *Dergipark Akademik*. 24.04.2025 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/page/about> adresinden edinilmiştir.
- Duman, D. C. & Aras, S. (2012). Karabük demir çelik fabrikası etrafından toplanan beş biyomonitor liken türünün ağır metal akümüasyonu ve karşılaştırmalı analizi. *Türk Hijyen ve Deneyisel Biyoloji Dergisi*, 69 (4), 179-192. doi: 10.5505/TurkHijyen.2012.52714
- Dursun, A., Aslantaş, R., Pirlak, L. (1998). Hava kirliliğinin bahçe bitkileri yetiştiriciliği üzerine etkileri. *Ekoloji Çevre Dergisi*,

- 7 (27): 11-14.
- Elkoca, E. (2003). Hava kirliliği ve bitkiler üzerindeki etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (4), 367-374.
- Engin, İ. B. & Yavuz, V. (2024). Tekirdağ için sis hadisesi ile hava kirliliği ilişkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 14 (1), 73-84. doi:10.17714/gumusfenbil.1315710
- Fidan, C. & Akdur, R. (2022). Hava kirliliği ve COVID-19. *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi*, 7 (2), 368-378. doi: 10.35232/estudamhsd.1039535
- Garipağaoğlu, N. (2015). Türkiye'nin başlıca çevre sorunları. M. Hayır Kanat (Dü.) içinde, *Türkiye coğrafyası ve jeopolitiği* (507-536). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Garipağaoğlu, N. (2020). Çevre sorunlarına Türk coğrafyacıların yaklaşımları ve bu alanda yapılmış olan çalışmalar. *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi*, 18 (35), 5-45.
- Garipağaoğlu, N., (2023). Türkiye-Avrupa Birliği çevre politikaları uyum sürecinin hava kalitesi kontrolüne yansımaları. *Coğrafya'da Güncel Araştırmalar I* (63-88). Ankara: Akademisyen Kitabevi.
- Garipağaoğlu, N. (2024). Meriç-Ergene Havzası hava kalitesinin ortalamalar, maksimumlar ve limit değerler açısından incelenmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 29 (52), 1-18. doi: 10.17295/ataunidcd.1492625
- Güzel, Ş. & Özer, P. (2022). Türkiye'de hava kirliliği ve sağlık harcamaları. *Sağlık ve Sosyal Refah Araştırmaları Dergisi*, 4 (2), 186-202.
- Hırca, T., Eryılmaz Türkkan, G., Bayraktar, H. (2022). Analysis of air pollution in Bayburt province with statistical methods. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10 (2), 685-699. doi:10.29130/dubited.915877
- Işınkaralar, K., Işınkaralar, Ö., Şevik, H. (2022). Usability of some landscape plants in biomonitoring technique: an anaysis with special regard to heavy metals. *Kent Akademisi*, 15 (3), 1413-1421. doi: 10.35674/kent.1078472
- İbret, B. Ü. & Aydınöz, D. (2009). Şehirleşmede yanlış yer seçiminin hava kirliliği üzerine olan etkisine bir örnek: Kastamonu şehri. *Journal of Geography*, (18), 71-88.
- İlkılıç, C. & Behçet, R. (2006). Hava kirliliğinin insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkisi. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 5 (1), 66-72.
- İskan, S. & Koç, T. (2021). İnegöl (Bursa) havzasında hava kalitesinin fiziki ortam ile ilişkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (77), 7-18. doi:10.17211/tcd.871839
- İskender, S., Bolu, F., Yılmaz, M., Mayda, A. (2016). Düzce hava kalitesi izleme istasyonu 1 Ekim 2011-31 Mart 2015 tarihleri arasındaki verilerinin incelenmesi. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (3), 161-167.
- Kampa, M. & Castanas, E. (2008). Human health effects of air pollution. *Environmental pollution*, 151 (2), 362-367. doi: 10.1016/j.envpol.2007.06.012
- Kara, G. (2012). Kentsel hava kirlleticilerine meteorolojinin etkisi: Konya örneği. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 27 (3), 73-86.
- Kara, G., Yalçınkaya, B., Özdi, B. (2018). Konya ilinin hava kirliliğine bazı meteorolojik faktörlerin etkisi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1 (2), 104-109.
- Karakoyun, G. & Osma, E. (2015). Erzincan'da hava kirliliğine bağlı olarak sarı çamlarda (*Pinus sylvestris* L.) ağır metal birikimi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5 (2), 67-77. doi: 10.17714/gufbed.2015.05.006
- Keleş, R. & Ertan, B. (2002). Çevre Hukukuna Giriş. Ankara: İmge Kitabevi.
- Koç, C. & Koç, A. (2018). An assessment through relationship between air pollution and climatic parameters in city of Iğdır. *Kent Akademisi*, 11 (1), 1-10.
- Kopar, İ. & Zengin, M. (2015). Coğrafi faktörlere bağlı olarak Erzurum kentinde hava kalitesinin zamansal ve mekânsal değişiminin belirlenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (53), 51-69. doi:10.17211/tcd.80672
- Körmeçli, P. Ş. (2023). Kent parklarının hava kalitesini iyileştirme üzerine etkisinin değerlendirilmesi: Ankara Altınpark Örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 23-30. doi: 10.17474/artvinofd.1295845
- Köse, R. & Erbaş, O. (2003). Bazı meteorolojik faktörlerin Kütahya'daki hava kirliliğine etkisi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, (4), 255-269.
- Kraus, S., Breier, M., Dasí-Rodríguez, S. (2020). The art of crafting a systematic literature review in entrepreneurship research. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 16, 1023-1042.

- Kudal, S. (2009). *Hava kirliliğinin çevresel ve mekânsal modellenmesi, analizi ve tematik haritalarla görselleştirilmesi*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kula, E., Üçyıldız, B. Z., Altunsoy, P. (2022). Farklı hava kalitesinin *Pinus nigra* stoma sayısı üzerine etkisi. *Bilim Armonisi*, 5 (1), 14-18. doi: 10.37215/bilar.903271
- Kunt, F. & Dursun, Ş. (2018). Konya merkezinde hava kirliliğine bazı meteorolojik faktörlerin etkisi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1 (1), 54-61.
- Lame, G. (2019, July). Systematic literature reviews: An introduction. In *Proceedings of the design society: international conference on engineering design* (Vol. 1, No. 1, pp. 1633-1642). Cambridge University Press.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Annals of internal medicine*, 151 (4), W-65.
- Liu, M., Tang, W., Zhang, Y., Wang, Y., Li, Y., Liu, X., Zhao, X. (2021). Urban-rural differences in the association between long-term exposure to ambient air pollution and obesity in China. *Environmental Research*, 201, 1-8.
- Malkoç, E. (2024). Air quality impact of natural protected areas: A case study of Sarayıçi Tavuk Forest, Edirne, Türkiye. *Turkish Journal of Forestry*, 25 (3), 333-339. doi: 10.18182/tjf.1442373
- Manisalıdis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and health impacts of air pollution: A review. *Frontiers in public health*, 8 (14), 1-13. doi: 10.3389/fpubh.2020.00014
- Mayer, H. (1999). Air pollution in cities. *Atmospheric environment*, 33 (24-25), 4029-4037. doi: 10.1016/S1352-2310(99)00144-2
- Menteşe, S. & Tağıl, Ş. (2012). Bilecik'te iklim elemanlarının hava kirliliği üzerine etkisi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15 (28), 3-16.
- Milford, C., Torres, C., Vilches, J., Gossman, A. K., Weis, F., Suárez-Molina, D., ... Cuevas, E. (2023). Impact of the 2021 La Palma volcanic eruption on air quality: Insights from a multidisciplinary approach. *Science of the Total Environment*, 869, 161652.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., PRISMA Group, T. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of internal medicine*, 151 (4), 264-269. doi: 10.1136/bmj.b2535
- Nowak, D. J., Crane, D. E., Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban forestry & urban greening*, 4 (3-4), 115-123.
- Nightingale, A. (2009). A guide to systematic literature reviews. *Surgery (Oxford)*, 27 (9), 381-384.
- Oğuz, K. (2020). Nevşehir ilinde hava kalitesinin ve meteorolojik faktörlerin hava kirliliği üzerine etkilerinin incelenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6 (2), 391-404. doi:10.21324/dacd.686052
- Onur, M. & Kahveci, H. (2024). The importance of pocket parks on air quality: a comparative approach. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9 (2), 98-110. doi: 10.33905/bseusbed.1563302
- Özdemir, M. A. & Boyraz, Z. (2002). Elâzığ şehir merkezinde hava kirliliğini doğuran nedenler ve kirlilik parametrelerinin zaman içindeki değişimine coğrafi bir yaklaşım. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 7 (8), 163-182.
- Özel, G. (2019). Markov zinciri kullanarak Ankara ili için hava kirliliği tahmini. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 3 (2), 144-151. doi:10.30516/bilgesci.546317
- Özşahin, E., Eroğlu, İ., Pektezel, H. (2016). Keşan'da Edirne hava kirliliği. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (36), 83-100.
- Öztürk, F. & Keleş Özgül, M. (2019). Assessing long term trends of air pollutants and associated health risks imposed on residents in Bolu (Turkey) during winter. *Turkish Journal of Public Health*, 17 (2), 102-122. doi:10.20518/tjph.427342
- Partigöç, N. S. & Çubukçu, K. M. (2017). Hava kirliliği ve kent ilişkisine ampirik bakış: ekolojik sürdürülebilirlik ekseninde bir değerlendirme. *Akademia Disiplinlerarası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 3 (2), 28-45.
- Rentschler, J. & Leonova, N. (2023). Global air pollution exposure and poverty. *Nature Communications*, 14 (1), 4432.
- Robinson, P. & Lowe, J. (2015). Literature reviews vs systematic reviews. *Australian and New Zealand journal of public health*, 39 (2), 103-103.
- Robock, A. (2000). Volcanic eruptions and climate. *Reviews of geophysics*, 38 (2), 191-219.

- Sağlık Bakanlığı. (2010). Türkiye'nin hava kirliliği ve iklim değişikliği sorunlarına sağlık açısından yaklaşım. http://www.ihsm.gov.tr/ihsmkronik/dosya/turkiyenin_havakirliligi_veiklimdegisikligi_sorunlari.pdf Erişim tarihi:18.01.2025
- Sari, M. F. & Esen, F. (2019). PM₁₀ ve SO₂ konsantrasyonları ve meteorolojik parametrelerin konsantrasyonlar üzerine etkileri. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8 (2), 689-697. doi:10.28948/ngumuh.598226
- Seven, N. & Tazebay, H. I. (2023). Otizm dostu mekân tasarımı: Sistematik literatür taraması. Hikmet Y. Çoğun, İshak Parlar ve Hasan Üzmuş (Ed.), *Doğa ve Mühendislik Bilimlerinde Güncel Tartışmalar* içinde (18-42). Ankara: Bilgin Kültür Sanat Yayınları.
- Sever, R. (2008). Malatya'daki hava kirliliğine coğrafi bakış. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 13 (20), 59-76.
- Sumaryati, S., Cholianawati, N., Indrawati, A. (2019). The impact of forest fire on air-quality and visibility in Palangka Raya. *Journal of Physics: Theories and Applications*, 3 (1), 16.
- Sungur, K. & Gönençgil, B. (1997) Çeşitli iklim elemanlarının hava kirliliği üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 6, 337-345.
- Şahin Arslan, N. (2021). Parkların hava kirliliğini azaltıcı etkisinin Çorum örneğinde incelenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 5 (2), 401-407. doi: 10.32328/turkjforsci.917787
- Şahin, C. (1989). Hava kirliliği ve hava kirliliğini etkileyen doğal çevre faktörleri. *Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 194-208.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2023). *ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı*, 04.02.2025 tarihinde <https://cevreseelgostergeler.csb.gov.tr/hava-kalitesinde-pm10-ve-so2-ortalamalari-i-85734> adresinden edinilmiştir.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2024). *Hava kalitesi bülteni*, 07.07.2025 tarihinde https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/ocak-2024_bulten-raporu-20240308125314.pdf adresinden edinilmiştir.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2025). *Ulusal hava kalite izleme ağı*, 24.03.2024 tarihinde sim.csb.gov.tr adresinden edinilmiştir.
- Teke, O., Depci, T., Depci, A. (2020). Data analysis of the factors related with Covid-19 death ratios: cases in Spain, Italy, UK, Germany and Portugal. *İleri Mühendislik Çalışmaları ve Teknolojileri Dergisi*, 1 (2), 98-114.
- Tıgılı, N. E. & Cangür, Ş. (2019). Ankara'da farklı hava kalitesi izleme istasyonlarından elde edilen verilerin kantil regresyon analizi ile incelenmesi. *Nicel Bilimler Dergisi*, 1 (2), 62-86.
- Tonyaloğlu, E. E., Atak, B. K., Yiğit, M. (2021). Düzenleyici ekosistem hizmetlerinden hava kalitesinin Efeler -Aydın örneğinde incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 119-125. doi: 10.25308/aduziraat.867541
- Topal, T. Ü. & Demirel, Ö. (2023). Measuring air quality impacts of green areas and ecosystem services (ESS) using web-based i-tree canopy tool: a case study in İstanbul. *Turkish Journal of Forest Science*, 7 (2), 253-266. doi: 10.32328/turkjforsci.1341656
- Tranfield, D., Denyer, D., Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence- informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 14 (3), 207-222.
- Turp, S. M. (2019). Bitlis hava kirliliği emisyon envanteri ve sağlık etkilerinin çoklu lineer regresyonla tahmini. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5 (1), 1-10. doi:10.21324/dacd.411607
- Ulutaş, K., Abujayyab, S. K. M., Abu Amr, S. (2021). Evaluation of the major air pollutants levels and its interactions with meteorological parameters in Ankara. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9 (4), 1284-1295. doi:10.21923/jesd.939724
- Ünal, C. & Özel, G. (2022). Bolu ili hava kirliletiçci maddeler ile meteorolojik faktörler arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 12 (2), 194-206. doi:10.7212/karaelmasfen.1071238
- Ünal, C. & Özel, G. (2023). Ankara ili meteoroloji parametrelerinin hava kirliliği üzerindeki etkilerinin regresyon analizi ile incelenmesi. *Nicel Bilimler Dergisi*, 5 (2), 135-150. doi:10.51541/nicel.1231668
- Vural, E. & Şahinalp, M. S. (2023). Şanlıurfa şehrinde yaşanan partikül madde kirliliğinin topografik ve iklimik faktörler etkisinde incelenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (84), 53-66. doi:10.17211/tcd.1342144
- World Health Organization. (2000). Guidelines for air quality (No. WHO/SDE/OEH/00.02). World Health Organization.

- Yarragunta, Y., Srivastava, S., Mitra, D., Chandola, H. C. (2020). Influence of forest fire episodes on the distribution of gaseous air pollutants over Uttarakhand, India. *GIScience & Remote Sensing*, 57 (2), 190–206. doi:10.1080/15481603.2020.1712100
- Yavuz, N. (2022). Sosyal bilimlerde sistematik literatür analizi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (51), 347-360. doi: 10.30794/pausbed.1134606
- Yazıcı, H., Koca, N., Ekiz, E. (2018). Topoğrafik, meteorolojik ve klimatolojik faktörlerin Afyonkarahisar şehrindeki hava kirliliği üzerine etkileri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (71), 63-68. doi:10.17211/tcd.430631
- Yener, İ. & Demirarslan, K. O. (2022). Determining the factors affecting air quality in Marmara, Turkey, and assessing it using air quality indices. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8 (2), 383-395. doi:10.21324/dacd.1081167
- Yılmaz, B. (2018). Manisa’da partikül madde (PM₁₀) kirliliğinin değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (1), 626-633. doi:10.25092/baunfbed.442994
- Yılmaz, Z. (2022). Meteorolojik parametrelerin hava kirliliğine etkisinin istatistiksel analizi-Muş ili (2021). *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 10 (4), 1182-1193. doi:10.21923/jesd.1100006
- Zhang, Y., Bocquet, M., Mallet, V., Seigneur, C., Baklanov, A. (2012). Real-time air quality forecasting, part I: History, techniques, and current status. *Atmospheric environment*, 60, 632-655. doi: 10.1016/j.atmosenv.2012.06.031